



(12) **United States Patent**  
**Lindgren et al.**

(10) **Patent No.:** US 6,597,787 B1  
(45) **Date of Patent:** Jul. 22, 2003

(54) ECHO CANCELLATION DEVICE FOR  
CANCELLING ECHOS IN A TRANSCEIVER  
UNIT

6,163,609	A	*	12/2000	Makinen et al.
6,185,300	B1	*	2/2001	Romesburg

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

(75) Inventors: **Ulf Lindgren, Lund (SE); Mohan Misra, Lund (SE); John Philipsson, Lund (SE)**

DE	19729521	A	1/1999
EP	0712213	A	5/1996
EP	0 884 886		12/1998
FR	2675648	A	10/1992
JP	63-42527		2/1988
WO	WO97/45995		12/1997
WO	WO98/33311	A	7/1998
WO	WO99/35813	A	7/1999

(73) Assignee: **Telefonaktiebolaget L M Ericsson**  
(publ), Stockholm (SE)

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 10 days.

(21) Appl. No.: 09/628,932

(22) Filed: **Jul. 28, 2000**

(30) **Foreign Application Priority Data**

Jul. 29, 1999 (DE) ..... 199 35 808

(51) **Int. Cl.**<sup>7</sup> ..... **H04M 9/08**

(52) **U.S. Cl.** ..... 379/406.05; 379/406.01;  
379/406.02; 379/406.03; 379/406.06; 379/406.08;  
379/406.09

(58) **Field of Search** ..... 379/406.01–406.16

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

4,609,787	A	*	9/1986	Horns
5,157,653	A		10/1992	Genter
5,222,251	A		6/1993	Roney, IV et al.
5,283,784	A		2/1994	Genter
5,475,731	A	*	12/1995	Rasmussion
5,561,668	A		10/1996	Genter
5,563,944	A		10/1996	Hasegawa
5,600,718	A	*	2/1997	Dent et al.
5,646,991	A		7/1997	Sih
5,680,450	A	*	10/1997	Dent et al.
5,721,730	A		2/1998	Genter
5,920,834	A	*	7/1999	Sih et al.
5,937,060	A	*	8/1999	Oh
5,943,429	A	*	8/1999	Handel
6,081,732	A	*	6/2000	Suvenan et al.
6,163,608	A	*	12/2000	Romesburg et al.

## OTHER PUBLICATIONS

Boll, S; "Suppression of Acoustic Noise in Speech Using Spectral Subtraction" in IEEE Trans. on Acoustics, Speech, and Signal Processin, vol. ASSP-27, No. 2, Apr. 1979; pp. 113-120.\*

\* cited by examiner

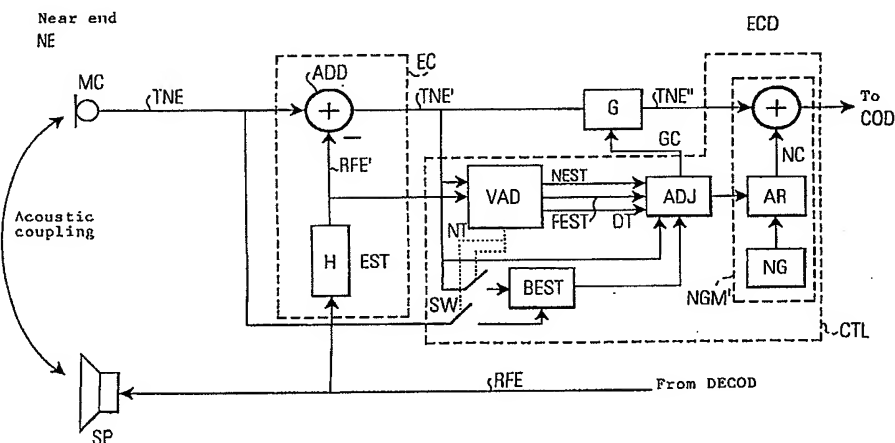
*Primary Examiner*—Forester W. Isen  
*Assistant Examiner*—Ramnandan Singh

(74) Attorney, Agent, or Firm—Burns, Doane, Swecker & Mathis, L.L.P.

(57) **ABSTRACT**

An echo cancellation device (ECD) comprises an echo canceller (EC) including a transfer function estimator (EST, H) and a subtractor (ADD) and a residual echo suppression device (G, ADD2). The residual echo suppression device (G) comprises a residual echo filter (G) having an adjustable filter function (g). This filter function (g) can be adapted to either remove from the subtractor output (TNE') the spectral characteristics relating to the reception signal (RFE) and/or to emphasize in the subtractor output signal (TNE') a background signal spectral content relating to the transmission signal (TNE). A noise generation means (NGM') can be provided at the output of the adaptable filter (G) for injecting a noise process in to the filter output signal (TNE') prior to a speech coding in a speech coder (COD). The noise process masks in the filter output signal a spectral content relating to the reception signal (RFE).

**26 Claims, 12 Drawing Sheets**



(43)公表日 平成15年2月18日(2003.2.18)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ページコード(参考)
H 0 4 B 3/23		H 0 4 B 3/23	5 K 0 2 7
G 1 0 L 21/02		7/015	5 K 0 4 6
H 0 4 B 7/015		H 0 4 M 1/00	H
H 0 4 M 1/00		1/60	C
1/60		G 1 0 L 9/00	F
		審査請求 未請求	予備審査請求 有

(全 70 頁)

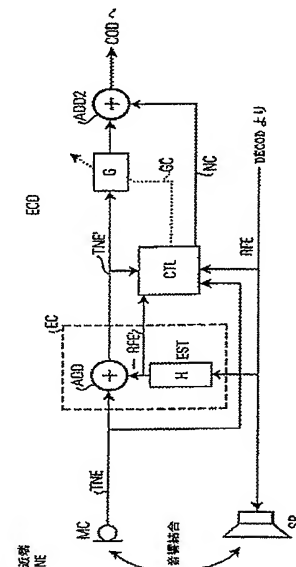
(21)出願番号	特願2001-513872(P2001-513872)	(71)出願人	テレフォンアクチーボラゲット エル エム エリクソン (パブル)
(86)(22)出願日	平成12年7月28日(2000.7.28)		スウェーデン国エス - 126 25 ストックホルム
(85)翻訳文提出日	平成14年1月29日(2002.1.29)	(72)発明者	リントグレン, ウルフ
(86)国際出願番号	PCT/EP00/07321		スウェーデン国 ルント エス-226 49, スキューテリニエン 48
(87)国際公開番号	WO01/010102	(72)発明者	ミスラ, モハン
(87)国際公開日	平成13年2月8日(2001.2.8)		スウェーデン国 ルント エス-226 55, パティクセヴェーゲン 63
(31)優先権主張番号	199 35 808.7	(74)代理人	弁理士 大塚 康德 (外3名)
(32)優先日	平成11年7月29日(1999.7.29)		
(33)優先権主張国	ドイツ (DE)		

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 送受信器ユニットにおけるエコーをキャンセルするためのエコーキャンセル装置

(57) 【要約】

エコーキャンセル装置（ECD）は、伝達関数推定器（EST, H）、減算器（ADD）、および残留エコー抑圧器（G, ADD2）を含むエコーキャンセラ（EC）を備える。残留エコー抑圧器（G）は、可変フィルタ関数（g）を有する残留エコーフィルタ（G）を備える。このフィルタ関数（g）は、減算器（ADD）の減算器出力（TNE'）から受信信号（RFE）に係るスペクトル特性を除去するように適応化する、および／または、減算器（ADD）の減算器出力信号（TNE'）における、送受信器ユニット（MC, TCRT）で生成された送信信号（TNE）に係る背景スペクトル成分を強調するように適応化することが可能である。適応フィルタ（G）の出力段に雑音生成手段（NGM'）を設け、音声符号化器（COD）における音声符号化の前に、フィルタ出力信号（TNE'）に対する雑音処理を入れ込むことも可能である。雑音処理により、フィルタ出力信号における受信信号（RFE）に係るスペクトル成分がマスクされる。本発明に係るエコーキャンセル装置（ECD）は、コードワードの変更やエコーキャンセ



**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 通信システム (TELE) の送受信器ユニット (TRU) に含まれる受信ユニット (RX) により受信された受信信号 (RFE) が、該送受信器ユニット (TRU) の送信ユニット (TX) に結合することによって発生するエコーをキャンセルするエコーキャンセル装置 (ECD) であって、

a) 前記受信ユニット (RC、SP、RCRT) から前記送信ユニット (TR、MC、TCRT) への結合伝達関数 (H) を推定し、前記推定された結合伝達関数 (H) を用いて前記受信信号 (RFE) を処理する伝達関数推定器 (EST、H) と、

b) 前記受信信号 (RFE) が前記送信ユニット (MC、TCRT) に結合することに起因するエコー信号を含んだ送信信号 (TNE) から処理後の受信信号 (RFE') を減算する減算器 (ADD) と、

c) 前記減算器 (ADD) からの出力信号における残留エコーを抑圧する残留エコー抑圧器とを含み、

d) 前記残留エコー抑圧器は、前記減算器からの減算器出力信号 (TNE') から前記受信信号 (RFE) に関連するスペクトル特性を除去する可変フィルタ関数 (g) を有する残留エコーフィルタ (G) を含んでいることを特徴とするエコーキャンセル装置。

**【請求項2】** 前記受信信号 (RFE)、前記受信信号 (RFE) が前記送信ユニット (MC、TCRT) に結合することによって発生するエコー信号を含む前記送信信号 (TNE)、前記処理後の受信信号 (RFE') 及び前記減算器の出力信号 (TNE') の少なくとも1つを受信し、これらの信号のうち1以上の信号に基づいて前記受信信号 (RFE) に関連するスペクトル成分を計算し、計算されたスペクトル成分に基づいて前記残留エコーフィルタ (G) の前記フィルタ関数 (g) を設定するスペクトル成分決定手段 (CTL) を含むことを特徴とする請求項1に記載のエコーキャンセル装置 (ECD)。

**【請求項3】** 前記スペクトル成分計算手段 (CTL) は、前記エコー信号を含む前記送信信号 (TNE)、前記処理後の受信信号 (RFE') 及び前記減算器の出力信号 (TNE') の少なくとも1つにおける音声アクティビティを

判断する音声検出器（VAD）を備え、前記音声検出器（VAD）が前記信号においていずれの音声アクティビティも検出しないときにだけ、前記スペクトル成分計算手段（CTL）は、前記エコー信号を含む前記送信信号（TNE）及び前記減算器の出力信号（TNE'）の少なくとも一つにおいて、前記受信信号に関連するスペクトル成分を計算することを特徴とする請求項2に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項4】 前記残留エコーフィルタ（G）は、デジタルフィルタであり、そのフィルタ特性は調整可能なフィルタパラメータのセットによって計算されることを特徴とする請求項2に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項5】 前記スペクトル成分計算手段（CTL）は、1以上の前記信号（RFE；TNE；RFE'；TNE'）についての線形モデル（ $A(z^{-1})$ ）のモデルパラメータを推定することによって、前記夫々の信号のスペクトル表現を計算し、前記線形モデルの逆モデル（ $A^{-1}$ ）に係るパラメータを計算し、前記受信信号（RFE）に関連する前記スペクトル成分を除去すべく、前記調整可能なフィルタのパラメータを前記逆モデル（ $A^{-1}$ ）に係るパラメータに設定することを特徴とする請求項4に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項6】 前記線形モデルは、残留エコーから遠端信号へのAR（Auto Regressive）モデル又はARX（AutoRegressive eXogenous）モデルであることを特徴とする請求項5に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項7】 前記スペクトル成分計算手段（CTL）は、前記残留エコー信号を含む前記減算器出力信号（TNE'）又は前記エコー信号を含む前記送信信号（TNE）についての離散フーリエ変換（DFT）と、前記受信信号（RFE）の離散フーリエ変換（DFT）とを計算し、前記残留エコー信号を含む前記減算器出力信号（TNE'）についての離散フーリエ変換（DFT）又は前記エコー信号を含む前記送信信号（TNE）についての離散フーリエ変換（DFT）から、前記受信信号（RFE）の離散フーリエ変換（DFT）のスケーリングされたバージョン（ $\alpha$ ）を減算することに基づいて、前記フィルタパラメータを調整することを特徴とする請求項5に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項8】 前記デジタルフィルタの前記フィルタパラメータを設定する

ことによって達成される前記フィルタの動作は、

$$G(\omega_i) = (1 - \alpha * X(\omega_i) / M(\omega_i)) \quad (2)$$

を満たすように計算され、

$G(\omega_i)$ は前記フィルタ関数 $g$ の離散フーリエ変換であり、 $X(\omega_i)$ は前記受信信号の離散フーリエ変換であり、 $M(\omega_i)$ は前記残留エコー信号を含む前記減算器出力信号( $TNE'$ )についての離散フーリエ変換(DFT)又は前記エコー信号を含む前記送信信号( $TNE$ )についての離散フーリエ変換(DFT)であり、 $\alpha$ はスケーリングファクタであることを特徴とする請求項7に記載のエコーキャンセル装置(ECD)。

【請求項9】 前記受信信号(RFE)、前記受信信号(RFE)が前記送信ユニット(MC、TCRT)に結合することによって発生するエコー信号を含む前記送信信号(TNE)、前記処理後の受信信号(RFE')及び前記減算器の出力信号(TNE')の少なくとも1つにおける音声の送信を検出し、前記受信信号及び前記送信信号の少なくとも1つにおける音声アクティビティを判断するシングルトーク/ダブルトーク検出器(VAD、DT)をさらに含むことを特徴とする請求項1に記載のエコーキャンセル装置(ECD)。

【請求項10】 前記シングルトーク/ダブルトーク検出器(VAD、DT)が、前記受信信号における音声アクティビティを検出し、かつ、前記送信信号における音声アクティビティを検出しなかったときは、前記可変フィルタ関数( $g$ )が全域通過回路となるように制御回路(CTL)によって調整され、

前記シングルトーク/ダブルトーク検出器(VAD、DT)が、前記受信信号における音声アクティビティを検出せず、かつ、前記送信信号における音声アクティビティの開始を検出し、さらに、前記可変フィルタ関数( $g$ )が全域通過回路となるよう制御されているときは、前記可変フィルタ関数( $g$ )は全域通過状態を維持し、

前記シングルトーク/ダブルトーク検出器(VAD、DT)が、前記送信信号における音声アクティビティを検出し、かつ、前記受信信号における音声アクティビティの開始を検出し、さらに、前記可変フィルタ関数( $g$ )が全域通過回路となるよう制御されているときは、前記可変フィルタ関数( $g$ )が前記スペクト

ル成分をある程度減少させるように制御され、

前記シングルトーク／ダブルトーク検出器（VAD、DT）が前記送信信号における音声アクティビティの停止を検出し、かつ、前記受信信号における音声アクティビティの開始を検出したときは、前記可変フィルタ関数（g）が前記スペクトル成分を除去するように制御される

ことを特徴とする請求項9に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項11】 前記可変フィルタ関数（g）は、さらに、前記送信ユニット（TR、TCRT）によって送信された前記送信信号（TNE、TNE'）中の背景信号に係るスペクトル成分を、前記減算器（ADD）の前記減算器出力信号（TNE'）において増幅することを特徴とする請求項1に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項12】 背景スペクトル成分は、前記送信信号（TNE、TNE'）の音声休止区間で計算され、前記増幅は、少なくとも音声休止区間又は前記送信信号（TNE、TNE'）における音声区間において実行され、一方で、前記受信信号（RFE）に関連する前記スペクトル成分の除去はすべての区間で実行されることを特徴とする請求項11に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項13】 前記残留エコーをマスクすべく前記受信信号（RFE）に関連するスペクトル領域において前記フィルタの出力信号（TNE'）に雑音を付加する雑音発生手段（NGM'；AR、ADD2）をさらに含むことを特徴とする請求項1又は請求項11に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項14】 通信システム（TELE）の送受信器ユニット（TRU）に係る受信ユニット（RX）により受信された受信信号（RFE）が、前記送受信器ユニット（TRU）の送信ユニット（TX）に結合することによって発生するエコーをキャンセルするエコーキャンセル装置（ECD）であって、

a) 前記受信ユニット（RC、SP、RCRT）から前記送信ユニット（TR、MC、TCRT）への結合伝達関数（H）を推定し、前記推定された結合伝達関数（H）を用いて前記受信信号（RFE）を処理する伝達関数推定器（EST、H）と、

b) 前記受信信号（RFE）が前記送信ユニット（MC、TCRT）に結合す

ることに起因するエコー信号を含んだ送信信号 (TNE) から処理後の受信信号 (RFE') を減算する減算器 (ADD) と、

c) 前記減算器 (ADD) からの出力信号における残留エコーを抑圧する残留エコー抑圧器とを含み、

d) 前記残留エコー抑圧器 (G) は、前記送信ユニット (TR、TCRT) によって送信された送信信号 (TNE、TNE') における前記背景信号のスペクトル成分を前記減算器 (ADD) の前記減算器出力 (TNE') において増幅する可変フィルタ関数 (g) を有する残留エコーフィルタ (G) を含むことを特徴とするエコーキャンセル装置。

【請求項15】 前記受信信号 (RFE) が前記送信ユニット (MC、TCRT) に結合することによって発生するエコー信号を含む前記送信信号 (TNE)、前記処理後の受信信号 (RFE') 及び前記減算器の出力信号 (TNE') の少なくとも1つを受信し、これらの信号のうち1以上の信号に基づいて背景信号のモデルを計算し、前記背景信号のスペクトル成分を強調すべく、前記計算された背景信号のモデルに基づいて前記残留エコーフィルタ (G) の前記フィルタ関数 (g) を設定する背景信号モデル計算手段 (CTL) を含むことを特徴とする請求項14に記載のエコーキャンセル装置 (ECD)。

【請求項16】 前記背景信号モデル計算手段 (CTL) は、前記エコー信号を含む前記送信信号 (TNE) 及び前記減算器の出力信号 (TNE') の少なくとも1つにおける音声アクティビティを判断する音声検出器 (VAD) を備え、前記音声検出器 (VAD) が前記信号においていずれの音声アクティビティも検出しないときにのみ、前記背景信号モデル成分計算手段 (CTL) が、前記背景信号のモデルを計算することを特徴とする請求項15に記載のエコーキャンセル装置 (ECD)。

【請求項17】 前記可変フィルタ関数 (g) は、前記減算器 (ADD) の減算器出力信号 (TNE') から前記受信信号 (RFE) に関するスペクトル特性をさらに除去するためにも適用可能であることを特徴とする請求項14に記載のエコーキャンセル装置 (ECD)。

【請求項18】 前記受信信号 (RFE) に関連するスペクトル領域におい

て前記フィルタの出力信号に雑音を付加する雑音発生手段 (NGM' ; AR、ADD 2) をさらに含むことを特徴とする請求項 14 又は請求項 17 に記載のエコーキャンセル装置 (ECD) 。

【請求項 19】 通信システム (TELE) の送受信器ユニット (TRU) に含まれる受信ユニット (RX) により受信された受信信号 (RFE) が、前記送受信器ユニット (TRU) の送信ユニット (TX) に結合することによって発生するエコーをキャンセルするエコーキャンセル装置 (ECD) であって、

a) 前記受信ユニット (RC、SP、RCRT) から前記送信ユニット (TR、MC、TCRT) への結合伝達関数 (H) を推定し、前記推定された結合伝達関数 (H) を用いて前記受信信号 (RFE) を処理する伝達関数推定器 (EST、H) と、

b) 前記受信信号 (RFE) が前記送信ユニット (MC、TCRT) に結合することに起因するエコー信号を含んだ送信信号 (TNE) から処理後の受信信号 (RFE') を減算する減算器 (ADD) と、

c) 前記減算器 (ADD) からの出力信号における残留エコーを抑圧する残留エコー抑圧器とを含み、

d) 前記残留エコー抑圧器 (G) は、可変フィルタ関数 (g) を有する残留エコーフィルタ (G) と、残留エコーをマスクすべく、前記受信信号 (RFE) に関連するスペクトル領域において該残留エコーフィルタの出力信号に雑音を付加する雑音発生手段 (NGM' ; AR、ADD 2) とを含むことを特徴とするエコーキャンセル装置 (ECD) 。

【請求項 20】 前記受信信号 (RFE)、前記受信信号 (RFE) が前記送信ユニット (MC、TCRT) に結合することによって発生するエコー信号を含む前記送信信号 (TNE)、前記処理後の受信信号 (RFE') 及び前記減算器の出力信号 (TNE') の少なくとも 1 つを受信し、前記信号のうち 1 以上の信号に基づいて前記受信信号 (RFE) に関連するスペクトル領域を計算するスペクトル成分計算手段 (CTL) を含むことを特徴とする請求項 19 に記載のエコーキャンセル装置 (ECD) 。

【請求項 21】 前記フィルタ関数 (g) は、全域通過フィルタとして機能



すべく制御手段（CTL）によって調整されることを特徴とする請求項19に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項22】 前記雑音発生手段（NGM'）は、雑音発生器（NG）により駆動されるARモデルユニット（AR）を含み、さらに、前記残留エコーをマスクするために必要とされるスペクトル形状に設定すべく前記ARユニットを制御する調整ユニット（ADJ）を含むことを特徴とする請求項19に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項23】 前記可変フィルタ関数（g）は、前記減算器（ADD）の前記減算器出力（TNE'）から前記受信信号（RFE）に関連するスペクトル特性を除去するため適用可能であることを特徴とする請求項19に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項24】 前記可変フィルタ関数（g）は、前記送信ユニット（TR、TCRT）によって送信された送信信号（TNE、TNE'）における前記背景信号のスペクトル成分を前記減算器（ADD）の前記減算器出力（TNE'）において増幅するためにも適用可能であることを特徴とする請求項19又は請求項23に記載のエコーキャンセル装置（ECD）。

【請求項25】 請求項1乃至請求項16の一以上に係るエコーキャンセル装置（EC）を含む送受信器ユニット（TRU）であって、

前記受信ユニット（RX；SP）は、前記受信信号（RFE）を出力するスピーカ（SP）を含み、前記送信ユニット（TR；MC）は、前記送信信号（TNE）を生成するマイクロフォン（MC）を含み、前記エコー信号は、前記スピーカ（SP）と前記マイクロフォン（MC）との音響結合に起因して引き起こされることを特徴とする送受信器ユニット。

【請求項26】 請求項1乃至請求項17の一以上に記載されたエコーキャンセル装置（ECD）と、前記エコーキャンセル装置（ECD）の下流に位置する音声符号化器（COD）とを含むことを特徴とする送受信器ユニット（TRU）。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

(発明が属する技術分野)

本発明は、電気通信システムの送受信器ユニットの受信ユニットで受信された受信信号の結合に起因する、送受信器ユニットの送信ユニットへのエコーをキャンセルするエコーキャンセル装置に関する。特に、本発明は受信ユニットのスピーカと送信ユニットのマイクの間の音響結合の結果として送受信器ユニットの送信経路に発生するエコーをキャンセルする。

**【0002】**

より具体的には、本発明のエコーキャンセル装置は、主要なエコーキャンセル処理が実行された後も従来のエコーキャンセラの出力に残る、送信パスの所謂残留エコー(residual echo)を除去することを目的とする。

**【0003】**

(背景技術)

図1は、図2-1とともに、電気通信システムTELEの送受信器ユニットTRUの、従来のエコーキャンセラECを示すブロック図である。アンテナANT及びアンテナスイッチSWを介し、信号RFE'''が入力され、受信ユニットRXで処理される。受信器回路RCRT及び復号化器DECODは受信信号をD/Aコンバータを介してスピーカSPへ、さらにエコーキャンセラECへ供給するための高周波及び低周波回路の全てを有する。受信ユニットRXの低周波パスにおいて、音声復号化器DECODは信号RFE'''に含まれる情報から音声を再生(reconpose)する(図1を参照)。この音声の再生は音声復号化器DECODの概略的なブロック図を示す図4を参照してより詳細に説明を行う。以後、遠端(far end)送受信器ユニットから受信した信号RFEを“遠端信号(far end signal)”、近端(near end)送受信器ユニットから遠端送受信器ユニットへ供給される信号を“送信近端信号(transmitted near end signal)”とも言う。

**【0004】**

特に図2-1に概略的に示すように、遠端信号RFEは送受信器ユニットTRUのスピーカSPから発せられ、送信ユニットTRへ、具体的には送信ユニット

TRのマイクMCへ音響的に結合される。他の結合による影響、即ち、受信ユニットRX及び送信ユニットTR間の寄生電氣的結合を通じた影響もまた考えられる。従って、スピーカSPから発せられた遠端信号は、マイクMCとともに、遠端信号RFEを遠端送受信器ユニットへ送り返す閉ループシステムを構成する。電気通信システムTELEのほとんど、特にGSM(Global System for Mobile Communication)システムにおいて、送信信号TNE'、TFEは遠端送受信器ユニットのユーザがエコーと知覚するような遅延を受ける。ここで、本明細書において開示される教示は移動無線通信システムに特に限られるものではなく、2つの送受信器ユニットが音声を送受信するような他の通信システムにも適用されることに留意すべきである。従って、アンテナANTを介した無線通信はそのような電気通信システムの単なる一例である。

#### 【0005】

音響及び／又は電気結合の影響により、近端送受信器ユニットのユーザが実際にマイクMCに向かって話しているか否かとは無関係に、常にある程度の遠端信号が送信パスに存在する。この、音声が存在するか否かに関しては、以下より詳細に検討する。

#### 【0006】

(従来技術1：残留エコーキャンセル)

遠端送受信器ユニットへ送信される遠端信号を除去するため、伝達関数推定器EST、H及び減算器ADDを有するエコーキャンセル装置ECが用いられる(図2-1を参照)。基本的に、伝達関数推定器EST、Hは受信ユニットRCから送信ユニットTRへの結合伝達関数Hの推定に適合されており、受信信号RFEを推定された結合伝達関数Hとともに処理する。特に、音響結合を考慮する場合、伝達関数推定器EST、HはスピーカSPからマイクMCへの音響伝達関数を推定する。フィルタ出力信号RFE'は減算器ADDにおいて、受信信号RFEから送信ユニットへの音響及び／又は電気結合に起因するエコーを含んだ送信信号TNEから減算される。理想的には、伝達関数推定器及び減算器の利用により、エコーキャンセラECからの出力信号TNE'における受信信号RFEの発生が完全に除去される。

## 【0007】

しかし、実際には、伝達関数推定器及び減算器を用いた主要な、あるいは基本的なエコーキャンセル処理では、戻り信号(return signal)を完全に除去することができない。その理由は、伝達関数推定器EST、Hが伝達関数、特にスピーカSP及びマイクMCの間の音響結合を完璧に推定できないことにある。その結果、受信された遠端信号RFEのいくらかが依然として遠端送受信器ユニットへ送信される信号TNE'に存在することになる。この残った部分は、遠端送受信器ユニットにおいて、依然エコーとして知覚される。基本的なエコー除去により主要なエコーの一部は既に除去されているので、遠端信号の残りの部分を“残留エコー”と呼ぶ。従って、残留信号TNE'に更なる信号処理を行う必要があり、従来のエコー除去に照らしてこの付加処理を“残留エコーキャンセル処理”と呼ぶ。このようにして、従来のエコーキャンセル装置の一部において、減算器出力信号TNE'における残留エコーを抑圧するための付加的な残留エコー抑圧器が用いられる。この技術については、公開された従来技術のいくつかの例を参照して、以下に考察する。

## 【0008】

(従来技術2：GSM音声符号化／復号化)

近代的な移動体通信システム、即ち、GSMにおいて、図1の音声信号TNE'は音声信号振幅の表現としては送信されない。代わりに音声信号は符号化され、またGSMにおける音声符号化は音声発生モデルに基づいている。音声のモデル化に広く用いられる方法は、L.R. Rabiner, R.W. Schaferによる「音声信号のデジタル処理(Digital Processing of Speech Signals)」、Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1978に説明されている。具体的には、話者の励起信号及び声道をモデル化するモデルが信号処理においてしばしば用いられる。このモデルは2タイプの励起信号と1つのフィルタによって定義される。2つの励起信号は、

- 1) 有声信号、例えば”a”の音に用いられるパルス列
  - 2) 無性信号、例えば”s”の音に用いられるパルス列
- に対応する。

**【0009】**

使用されるフィルタは声道をモデル化し、自己回帰（AR）フィルタが好適に用いられる。音声モデルを用いることにより、人工音声の生成が可能である。ただ実際には、励起信号のために人工音声の音は不自然である。しかし、励起を慎重に選択すれば、より自然な音の音声を生成することが可能である。

**【0010】**

典型的に、音声モデリングは音声符号化器、例えばGSMにおけるフルレート（FR）コードに用いられる。FRコードはレギュラーパルス励起長期予測（Regular Pulse Excitation-Long Term Prediction: RPE-LTP）符号化器と呼ばれ、例えばGSM仕様書GSM06.10において説明されている。以下、図3を参照して、FRコードの簡単な説明を行う。

**【0011】**

入力サンプルTNE'のフレーム（GSMでは1フレームが160サンプルで構成される）が、例えばエコーキャンセラECから出力される信号TNE'の形式で、符号化器入力に与えられる。入力は図3においてCOD-ARと表されるARモデルを計算するために用いられる。これはTNE' 相関マトリックスのテプリッツ(Toeplitz)構造を利用、即ち、J. G. Proakis及びD. G. Manolakisによる「デジタル信号処理：原理、アルゴリズム及び応用(Digital Signal Processing : Principles, algorithms and applications)」Macmillan, publishing company, New York, 2nd edition, 1992に説明されるようにシュア回帰(Shure recursion)を用いることによって達成される。この回帰結果は反射係数と呼ばれる係数の集合であり、格子型フィルタの実現に用いることができる。得られた係数に基づいて、入力フレームは理想的には図3でRESと表される残留信号として励起信号出力を生成する逆ARモデル（格子構造として実現可能）を通じてフィルタリングされる（ここで、残留信号は残留エコーとは異なることに注意）。すなわち、入力信号のスペクトル特性が平滑化される。

**【0012】**

残留信号とともに計算されるARフィルタが、フィルタリングにより元の入力信号を復元するのに利用できることは明らかである。しかし、パラメータ及び残

留信号の送信は良好な圧縮比には対応しない。圧縮比を増加するため、GSMFRコードは残留信号を図3の装置LTPにおける長期予測に利用する。長期予測は、本質的に残留信号の周期的性質の測定、例えば、声帯の振動に関わる周波数の測定に対応する。長期予測LTPに基づき、残留信号は図3の装置DD（デシメーション装置）において3分の1にダウンサンプリング（再サンプリング）される。

#### 【0013】

再サンプリングされた残留信号EXS、ARフィルタ係数LARP及び利得係数は量子化され、音声フレーム（260ビット）と呼ばれるブロックにまとめられる。これは図3においてフレームパッキング器FPDにより実施される。いくつかの他の係数もまた音声フレームに含められるが、GSM06.10において説明されるように、簡単のためそれらは割愛する。

#### 【0014】

図4を参照して、受信機側において、音声フレームはフレームアンパック器FUDでアンパックされる。残留信号は励起再生器ERDでアップサンプリングされ、（ARフィルタである）声道フィルタVTFの励起信号として用いられる。

#### 【0015】

上述の説明はGSM-FR音声符号化器をごく単純にしたものである。フィルタ係数がどのようなフォーマットを有するかについては何も説明していない。しかし、大まかに言って、フィルタパラメータは反射係数又はARフィルタの共通多項式(denominator polynomial)に現れる係数ではなく、図3でLARPと示されるLAR(Log Area Ratio)パラメータとして送信される。

#### 【0016】

図3に示すように、音声符号化器CODは符号化ブロックSPECOD及び音声検出器COD-VADから構成される。上述したとおり、声道は自己回帰（AR）モデルによりCOD-ARユニットにおいてモデル化される。従って、ARモデル（即ち声道フィルタ）のパラメータLARP及び励起信号に関する情報EXSが遠端送受信器ユニットに送信される。

#### 【0017】

図1に示すように、ARパラメータLARP及び励起信号情報EXSを含む受信信号REF'のフレームをアンテナANT、アンテナスイッチSW及び受信回路RCRTによって受信した後、受信したパラメータ及び情報は、図4に示す音声復号化器DECODにおける音声合成の実施に用いられる。説明したように、音声モデルのパラメータ及び情報の送信はフレームベースで実行され、送信ユニットTRへ供給しなければならない（使用される音声モデル及び送信速度に依存する）所定の帯域（1秒あたりのビット数）を必要とする。この必要とされる帯域は非常に大きくなり得、従って音声伝送の間大幅に送信ユニットTRのリソースを占有する原因となりうる。

#### 【0018】

しかし、一般的な通話においては、近端スピーカがマイクMCに向かって話さない無音期間(speech pauses)、即ち近端送信信号TNEに音声が存在しない期間が存在する。この場合、音声符号化器CODは単に背景雑音を符号化するだけである。全く無関係な背景雑音を音声の符号化に用いられるのと同じの帯域で符号化するのは送信ユニットTRのリソースの甚だしい浪費である。従って、無音区間において、しばしば、近代的な音声符号化器CODは、音声符号化器CODに接続された音声検出器(VAD) COD-VADによって制御される間欠送信モード(DTX)と呼ばれるモードに入る。DTXモード動作において、音声符号化器は背景雑音を符号化ブロック内のARモデル化器COD-ARを用いて符号化する。しかし、DTXモードにおいて、符号化されたパラメータはフレームパッキング器FPDにおいて無音デスクリプタ(SID)と呼ばれる特別なフレームにパッキングされる。GSMプロトコルを担うユニットTCRTは、いつ、(TDMA構成において)どこで、SIDフレームがアンテナANTを介して送信されたかを検出可能である。DTXモードを用いることで、より低いビットレートを用いることが可能である。

#### 【0019】

より具体的には、GSMにおけるVADはGSM06.32において規定されており、信号TNE'中の入力フレームに基づいてフレームが音声を含むか否かを検出する。GSMで用いられるVADは、無音区間を検出するため、TNE（より

正確にはエコーキャンセラECから出力される送信信号TNE' ) に関する送信音声符号化器パラメータSPPARを監視する。VADは、音声が存在するか、無音であることを示すため、図3においてVFLGと示される所謂VADフラグをそれぞれ1又は0にセットする。この音声検出は適合性のあるエネルギー閾値に基づく。すなわち、音声検出は観測された信号TNE' のエネルギーに依存する。例えば、音声検出器VADへの入力信号が予め定められた閾値を下回った場合、入力信号は無音であるとマークされる。低エネルギーの会話が切断されるのを回避するため、VADフラグをセットする前に、(ハングオーバー時間と呼ばれる) 付加遅延を用いることができる。SIDフレームの利用はGSMの標準プロトコルに組み込まれ、規定されている。

#### 【0020】

音声検出に加え、音声検出器COD-VADは入力信号(TNE又はTNE' ) の周期性を推定し、この周期性はVADフラグVFLGを設定する際のさらなる判断要因となる。もしフラグVFLGの各設定によって示されるようにTNE' の入力フレームが音声を含まないのであれば、音声符号化器は特別な無音デスクリプタSIDフレームをフレームパッキング器FPDにおいて形成する。SIDフレームは装置COD-ARによって計算されたフィルタ係数LARPのみから構成される。

#### 【0021】

従って、VADフラグVFLGが設定されている場合、装置COD-ARからのARパラメータ、即ち声道パラメータのみが有効なデータとして含まれるSIDフレームが作られる。音声符号化器は信号TNE' の各入力フレームに対して常時動作し、出力フレームTFE' (音声又はSIDフレーム) を常時生成するようである。しかし、音声符号化器の出力がSIDフレームの場合、GSMプロトコルは、信号TFE中の連続するSIDフレームの送信速度を低下させることを許している。即ち、送受信器ユニットTRUの送信ユニットTCRTは、音声符号化中用いられているのと同じ速度でパラメータ及び情報を送信する必要が無い。そのため、送信ユニットTCRTは電力を節約することができ、送受信器ユニットTRUの電池寿命を延ばす。



**【0022】**

説明したように、SIDフレームは遠端送受信器ユニットTRUに送信され、音声復号化器DECODは図4のフレームアンパッキング器FUDにおいて、所謂コンフォートノイズとしてSIDフレームをアンパックする。従って、受信機側のTRUでは、ARモデルVTFは単に、例えば音声復号化器DECOD（図4）内で、図1の受信ユニットRX内に位置する擬似雑音（PN）発生器PNGで生成される白色雑音によって駆動される。替わりに、公衆交換電話網（PSTN）の電話において通信が終端する場合には、音声符号化器COD、復号化器DECOD及び擬似雑音生成器PNGを網内に配置してもよい。

**【0023】**

（従来技術3／4：背景雑音の生成）

図2-2及び2-3に示すように、DTXモードにおいて単に上述したようにSIDフレームを生成するかわりに、音声が存在しない場合には音声符号化器CODが背景雑音についての符号を送信するように操作することが可能である。基本的に、これは以下の2通りの方法で行うことが可能である：

**【0024】**

I）音声符号化器CODからの出力フレームを取得し、それをSIDフレームに変換する（図2-3）。

II）替わりに、音声符号化器がこの人工雑音を符号化できるよう、合成背景雑音を音声符号化器CODの入力で生成する。DTX機能が存在する場合、符号化器CODは十中八九DTXモードに入り、SIDフレームの生成を開始する（図2-2）。

**【0025】**

残留エコーキャンセル処理に関しては、代替可能な2つの方法I，IIを残留エコーの抑圧に利用可能であり、以下これらの方法をそれぞれタイプ1及びタイプ2の残留エコー抑圧方法という。

**【0026】**

（タイプ1：SIDフレームへの変換：図2-3）

近端側で実際に音声が存在しない場合であっても、音声符号化器CODの入力

信号には依然としてエコー、特に残留エコーが存在する可能性がある。残留エコーが依然として音声符号化器CODへの入力信号に存在するという事実は、背景雑音送信符号の生成に利用可能である。即ち、タイプ1の残留エコー抑圧方法の利用により、近端音声のない際に送信ユニットTRがDTXモード動作に設定され、残留エコー並びに背景雑音信号が音声符号化器における音声フレームの形成に用いられる。

#### 【0027】

DTXモードにおいて、VADはVADフラグVFLGを介して遠端受信信号のみが送信信号TNEに存在することを示し、その結果として、図1（点線で）及び図2-3に示されるMSIDM装置内のSIDフレーム形成器MSIDにおいて、音声フレームがSIDフレームに変換される。残留エコーによるスペクトルへの影響は無視できると見なせるため、残留エコー（即ち、受信された遠端信号と音響的に結合された遠端信号の残り）に基づいた、背景雑音に対する送信符号の生成が確かに可能である。

#### 【0028】

遠端受信側で遠端送受信器ユニットが、近端送信ユニットTRにおける残留エコーに基づいて形成された、背景雑音に対する符号を受信した時点では、DTXモード動作中の遠端送受信器ユニットの末端で近端信号を形成するために用いられる励起信号EXは、依然として擬似ランダム雑音生成器PNG（図4参照）によって生成された白色雑音である。従って、遠端送受信器ユニットは実際には残留エコーでなくノイズを生成し、その結果、遠端ユーザはDTXモード動作における受信信号を残留エコーではなく雑音として知覚するであろう。

#### 【0029】

図4に示すように、音声合成は音声復号化器DECODにおいて、2種類の励起信号に基づき実施されるが、DTXモード動作においては、ただ1つの励起信号が用いられる。即ち、図4におけるスイッチがフレームアンパッキング器FUDの出力するスイッチ信号FTによって位置Bに制御される。この励起信号は近端送受信器ユニットTRUにおける音声符号化器CODで実行される音声符号化又は背景雑音符号化処理とは全く何の関係もない。

**【0030】**

(タイプ2：合成背景雑音の生成：図2-2)

音声符号化器CODにおける残留エコーを背景処理の推定の形成に用いる替わりに、図2-2に示すように、近端に音声が存在しない際の背景雑音に似た雑音シーケンスを生成することも可能である。

**【0031】**

(点線で) 図1に、また図2-2に示すように、送信ユニットTRは白色雑音を生成し、ARモデルユニットARを駆動する雑音生成器NGと、A/D変換された(前記エコー信号を含む)送信信号TNEを受信し、ARモデルユニットARにおける前記ARモデルを信号AR-PARの選択によって制御する背景推定器BESTと、(残留エコーを含む)減算器出力信号TNE'を受信し、制御出力である無会話(no-talk)NTをスイッチSW2へ出力する音声検出器VAD及び、別のVAD出力信号である遠端のみ会話(far-end-single-talk)FESTによって制御され、前記音声符号化器CODを、第1の切り替え状態BではエコーキャンセラECからの出力に、第2の切り替え状態Aでは前記ARモデルユニットARからの出力に切り替える別のスイッチSW1、を含む付加雑音生成手段NGMを有する。装置BESTは信号TNEに近端及び遠端音声がない場合にのみ動作可能である。従って、NTが真(会話がない)の場合、信号TNEは閉じたスイッチSW2を通じて装置BESTへ接続され、NTが偽の場合(会話中)にはスイッチSW2が開き、装置BESTは動作しない。図3に示すように音声検出器VADは符号化器CODに組み込んでも、符号化器CODの外に設けられても良い。

**【0032】**

図2-1、2-2及び2-3における装置の組み合わせ(例えば、図1には、点線で示されるNGM及び/又はMSIDMが存在する)を考えると、音声マイクMCに存在するか否か、エコーキャンセラECの出力における残留エコーの原因となる、遠端から信号TNEへ受信した信号の結合が存在するか否かによって、4つの異なるケースを区別することができる。4つのケースは以下の通りである。

**【0033】**

1. 近端音声及び背景雑音が、各フレームにおけるパルス符号変調（PCM）サンプルに存在するケース。これは付加エコーのない、通常の音声の状態に相当する。
2. PCMサンプルに音声が存在せず、背景雑音のみが存在する場合。即ち、符号化器CODがDTXモード動作に入るケース。
3. 近端音声が休止し、エコー及びその結果としての残留エコー並びに背景雑音がPCMサンプル中に存在するケース。
4. 近端音声、遠端からの受信信号の残留エコー及び、背景雑音がPCMサンプル中に存在するケース。

**【0034】**

ケース1においては、VAD信号FESTが偽であるため、図2-2及び図2-3に示すスイッチSW1は位置Bにセットされる。この場合、送信ユニットTRの通常動作が指示され、近端音声のエコーキャンセラECを通じて、近端背景雑音が直接、音声符号化器CODへ与えられる。VAD出力信号NTは偽（会話中）であるため、図2-2における別のスイッチSW2は開位置にある。

**【0035】**

ケース2においては、図2-2及び図2-3に示すスイッチSW1は位置A又はBと仮定でき、VAD信号FESTは偽である。スイッチ(switche)は位置Bにあることが望ましい。VAD出力信号NTは真であり、従って図2-2における別のスイッチSW2は閉位置にある。この状態において、装置BESTが動作し、TNE背景信号のスペクトル特性を推定する。

**【0036】**

ケース3においては、マイクMCからの背景雑音及び残留エコーが減算器出力信号TNE'に存在する。ケース3において、信号FESTは真であるため、図2-2及び図2-3のスイッチSW1は位置Aにセットされる。即ち、図2-2において、残留エコーは符号化器CODに供給されない。しかし、図2-2及び2-3において符号化器CODへの信号には装置NGM及び／又は装置MSIDMを介した背景雑音を模倣した信号が供給される。しかし、ケース2の場合のみ

、おそらくエコーキャンセラECからの出力TNE'を用い、図2-2のARモデルが更新される点に留意されたい。図2-3において、符号化器CODは背景雑音信号と共に残留エコーを受信する。しかし、スイッチSW1が位置Aにあるため、音声フレームはMSIDによってSIDフレームを生成するように操作される。このようにするため、DTX機能がプロトコルによってサポートされていることが理解される。しかし、図3に示される励起信号EXSに関する情報が雑音励起と置換されるような方法で、ユニットMSIDが音声フレームを操作することが可能であることを指摘しておくべきであろう。この方法により、DTX機能のないシステムが図2-3を用いることができる。VAD出力信号NTは偽であり、図2-2における別のスイッチSW2は開位置にある。

#### 【0037】

要約すると、上述のケース1.～4.のいずれにおいても、スイッチSW1は位置Aにあり、符号化器CODは背景雑音のみに基づく、あるいはエコー又は残留エコーを含んだ背景雑音に基づく状況に依存する符号化情報（コードワード）を生成する。

#### 【0038】

従って、図2-2（タイプ2）の場合、音声符号化器CODは送信ユニットTR内の合成雑音生成器NGMが生成した合成背景雑音信号を受信する。音声符号化器CODはそのような合成背景雑音を検出すると、自動的にDTXモードへ入る。

#### 【0039】

いくつかの音声符号化器システムはDTX機能を持たず、従って全てのフレームを音声符号化する。しかし、近端音声を検出されないので、音声符号化器は音声フレームの代わりに背景ノイズを符号化すれば、遠端側において残留エコーを含まない信号を受信される。従って、残留エコーを回避するための1つの可能性は、近端音声が存在しない場合に合成背景雑音を音声符号化器の入力に用いることである。

#### 【0040】

（従来技術5：公知文献(published documents)）

以下の、公開された従来技術文献はこれまで説明してきたことに換えて参照することが可能である。

#### 【0041】

米国特許US 5,563,944には、付加残留エコー抑制装置が主エコーキャンセル装置の下流に設けられたエコーキャンセル装置が開示される。従って、この文献は請求項1、14、19のプリアンプルの機能を開示する。残留エコー抑制装置は残差信号における残留エコーレベルを推定し、残留エコーレベルに等しい閾値レベルを有する閾値信号を生成する。残留エコー抑制器は残留エコーの抑制量を残留エコーレベル推定器から供給される閾値信号に基づいて適応的に制御するために設けられる。従って、残留エコー抑制は、エコー信号から決定された閾値レベルに基づき、主エコーキャンセル処理の下流で実行される。

#### 【0042】

欧州特許出願EP 0 884 886 A2は複数の段階利得を用いるエコーキャンセラを開示する。ここで、雑音キャンセル処理手段は、請求項1、14、19のプリアンプルにおける残留誤差抑制装置の類と同等に機能する。雑音キャンセル手段は局所背景雑音に起因する信号成分を推定し、それら雑音成分を出力信号から除去する。この雑音キャンセル手段は、スペクトル減算、帯域分割減衰又は適応フィルタリングといった、周知の様々な雑音キャンセル方法のいずれかを用いる。

#### 【0043】

日本特許出願概要 (patent abstracts of Japan) JP 63-42527には、カスケードエコーキャンセル装置が開示される。2つのエコーキャンセルステージ間には線路特性に起因した波形歪みを等価する等価器が設けられる。エコー成分をキャンセルするため、減算器が、等価器から出力された等価受信信号から近似エコー成分を減算する。従って、相手先の送信信号が受信端末へ出力されると、波形歪みが等価され、エコー成分がキャンセルされる。

#### 【0044】

米国特許US 5,721,730は、対応するサブバンド送信－入力信号、サブバンド受信－入力信号及びサブバンド誤差信号の相対レベル比較に応じて、独立してサブバンド誤差信号を減衰させる残差エコーキャンセル処理を開示する。従って、こ

のエコーキャンセラにおいて、注入雑音成分は送信信号内部に広がる雑音スペクトルに対してより正確に関連する。

#### 【0045】

米国特許US 5, 283, 784は送信入力信号、受信入力信号及び予測エコー信号を送信入力信号から除去した後に残る誤差信号の相対レベルを比較する残留エコーキャンセル処理に関する。そして、エコーキャンセラ回路からの残留エコーは様々な減衰器によって削減される。予期されるエコーの除去後、出力信号中に残る全ての残留エコーを除去するとともに、遠端スピーカの信号による出力中の残留エコーを除去し、近端スピーカの信号を歪み無く受け渡すように構成された、非線形プロセッサ又はセンタークリップパ(center clipper)もまた開示される。この非線形プロセッサは、残留エコーを、上述の動作とは異なり、閾値信号レベルに比例して除去することにより、エコーキャンセラの出力における突然かつ顕著な変動を回避する。非線形プロセッサは平均背景雑音レベルを検出し、それに比例させて雑音信号を出力信号へ注入して、近端スピーカ及び遠端スピーカそれぞれの信号の有無によって生じる非線形プロセッサの動作中の変動に関わりなく、平均レベルを維持する。

#### 【0046】

米国特許US 5, 222, 251及びUS 5, 646, 991は、音声符号化器の特性を残留エコーキャンセル処理に利用するエコーキャンセル装置を開示する。この点に関し、これら文献は上述した図2-2にいくらか関連する。

#### 【0047】

図2-2との関連において、US 5, 222, 251は通信装置によって生成される少なくとも1つの符号語によって置換されるべき音響エコーを開示する。符号語は環境雑音、すなわち背景雑音のエネルギー及びスペクトルを表す。しかし、この特許は符号語の意味、即ち、PCM符号化装置の符号語又はGSM音声符号化器、即ち図3に示す符号化器CODのいずれを意味するのかを開示していない。US 5, 222, 251はまた、音声を送信ユニットTRにおいて送信されているか否かを判定し、閾値を計算する残留エコーキャンセル方法を開示する。音響エコーが生成された閾値より小さければ、符号語が置換される。閾値はまた、AECに起因する

損失を補償する。

#### 【0048】

さらに、図 2-2 に関し、US 5,646,991 は送信信号中に背景雑音が存在する場合に、エコーキャンセラの出力信号に合成雑音置換信号を加える (impress) ための異なる雑音生成手段を開示する。本特許では、予め定められたスペクトル応答フォルマントに従ってスペクトル応答特性を計算するために、遠端音声欠如信号及び近端音声欠如信号に応答し、出力音声チャンネルから雑音信号を受信するスペクトル応答手段が設けられる。雑音生成器手段は前記近端音声欠如信号及び前記遠端音声存在信号に応答し、スペクトル応答特性に従って合成雑音置換信号を生成する。雑音生成器手段はこの合成雑音置換信号を出力音声チャンネルへ切り替え可能に加える。本特許の代替実施形態によれば、スペクトル応答手段は雑音信号を受信するために、前記遠端音声欠如信号及び前記近端音声欠如信号に応答し、予め定められたスペクトル応答フォルマントに従ってスペクトル応答特性を計算する。雑音生成器手段は、スペクトル応答特性及び雑音振幅に従って合成雑音置換信号を生成するため、前記近端音声欠如信号及び前記遠端音声存在信号に応答する。

#### 【0049】

(発明の概要)

上述のように、従来の残留エコーキャンセル装置においては、背景雑音が存在するときもしくは背景雑音が存在しないとき及び会話音声が存在するときもしくは存在しないときの残留エコーをキャンセル処理するため、音声符号化器 COD の入力において、修正された符号語を生成する付加的な雑音発生処理が使用されている。一方、非線形素子であるセンタークリップに依存する典型的な残留エコーキャンセル装置を使用すると、遠端に向かって送信される信号に好ましくない歪を発生させるといった害をもたらしてしまう。

#### 【0050】

図 2-2 及び図 2-3 に示されるように最も重要なことは、従来のエコーキャンセラーでは、送信される信号がエコーキャンセラーを迂回してしまい、合成雑音が発生し、符号化器 COD に送られてしまうことである。しかしながら、この



発生された雑音は実際のマイクロフォンの信号成分に直接影響することではなく、またエコーキャンセラーのTNEの如く信号出力や受信信号に対して全く影響することはない。VADがうまく動作しないとき、すなわち、信号TNEにおいて再開された音声の発生を検出しないか、音声の中断を十分速く検出できないときには、遠端側のユーザは実際の音声ではなく雑音を聞くことになってしまい、実際の背景雑音（これには残留エコーが含まれている可能性がある。）が符号化された音声フレームとその後に続く人工的な雑音とを聞くことになってしまい、それゆえ、ユーザーは二つの異なる種類の雑音現象にさらされてしまう。

#### 【0051】

（発明の目的）

そこで、本願発明の目的は、音声が存在している間又は音声が存在しない間の少なくとも一方において、エコーキャンセラーを迂回することなく、残留エコーを効果的にキャンセルする効果的なエコーキャンセル装置を提供することである。

。

#### 【0052】

（解決手段）

本願発明の第1の観点によれば、本願目的は、通信システムに含まれる送受信器ユニットの受信ユニットにより受信された受信信号が該送受信器ユニットの送信ユニットに結合することによって発生するエコーをキャンセルするエコーキャンセル装置（請求項1）であって、前記受信ユニットから前記送信ユニットへの結合伝達関数を推定し、前記推定された結合伝達関数を用いて前記受信信号を処理する伝達関数推定器と、前記受信信号が前記送信ユニットに結合することに起因するエコー信号を含んだ送信信号から処理後の受信信号を減算する減算器と、前記減算器からの出力信号における残留エコーを抑圧する残留エコー抑圧器とを含み、前記残留エコー抑圧器は、前記減算器からの減算器出力信号から前記受信信号に関連するスペクトル特性をキャンセルする可変フィルタ関数を有する残留エコーフィルタを含んでいることを特徴とすることにより達成される。

#### 【0053】

本願発明の第2の観点によれば、本願目的は、通信システムに含まれる送受信

器ユニットの受信ユニットにより受信された受信信号が、該送受信器ユニットの送信ユニットに結合することによって発生するエコーをキャンセルするエコーキャンセル装置（請求項14）であって、前記受信ユニットから前記送信ユニットへの結合伝達関数を推定し、前記推定された結合伝達関数を用いて前記受信信号を処理する伝達関数推定器と、前記受信信号が前記送信ユニットに結合することに起因するエコー信号を含んだ送信信号から処理後の受信信号を減算する減算器と、前記減算器の出力信号における残留エコーを抑圧する残留エコー抑圧器とを含み、前記残留エコー抑圧器は、前記減算器の減算器出力中の、前記送信ユニットによって送信された送信信号における前記背景雑音のスペクトル成分を増幅する可変フィルタ関数を有する残留エコーフィルタを含んでいることを特徴とすることにより達成される。

#### 【0054】

本願発明の第3の観点によれば、本願目的は、通信システム（TELE）に係る送受信器ユニットの受信ユニットにより受信された受信信号が、前記送受信器ユニットの送信ユニットに結合することによって発生するエコーをキャンセルするエコーキャンセル装置（請求項19）であって、前記受信ユニットから前記送信ユニットへの結合伝達関数を推定し、前記推定された結合伝達関数を用いて前記受信信号を処理する伝達関数推定器と、前記受信信号が前記送信ユニットに結合することに起因するエコー信号を含んだ送信信号から処理後の受信信号を減算する減算器と、前記減算器からの出力信号における残留エコーを抑圧する残留エコー抑圧器とを含み、前記残留エコー抑圧器は、可変フィルタ関数と、前記残留エコーをマスクすべく前記受信信号に関連するスペクトル領域においてフィルタの出力信号に雑音を付加する雑音発生器とを有する残留エコーフィルタを含むことを特徴とすることにより達成される。

#### 【0055】

（他の有効な実施形態）

上述の本願発明の観点は適宜組み合わせて使用することができる。すなわち、第1の観点と第2の観点、第1の観点と第3の観点、第2の観点と第3の観点のごとく組み合わせて実施してもよい。他の効果的な実施形態及び本願発明の改良に

については添付の独立した請求項から得ることができる。また注意すべきことは、本願発明には、複数の請求項に分けて記載された特徴、本願発明の背景として記載された特徴や上述のイントロダクションにおける従来技術を適宜組み合わせることによって得られる実施形態も含まれる。なお、このような従来技術とは、本願出願人の内的な技術知識として参照されるにすぎないものである。

#### 【0056】

以下において、本願発明の実施形態は添付の図面を参照しつつ説明される。

#### 【0057】

(発明の原理)

図5-0は、本発明の原理によるエコーキャンセル装置ECDのブロック図である。このエコーキャンセル装置ECDは、図1および図2-1に示したようなエコーキャンセラECにくわえ、制御手段CTL、適応フィルタG、さらに、オプションとして追加的な加算器ADD2を備える。このエコーキャンセル装置ECDは、図1の送受信器ユニットTRUにおいて使用されうるものであり、符号化器CODに送られる出力を生成する。ここで、図1において破線で示される図2-2および図2-3に係る従来技術のブロックはなくてもよい。図5-0から明らかなように、通常はエコーキャンセラEC、追加されたユニットG、およびオプションとしてのADD2を通過するマイクロフォン信号TNEは、エコーキャンセラECの出力側にも供給され、エコーキャンセラECの出力信号TNE'における残留エコーに対する残留エコーキャンセルを行う。とりわけ、例えば図2-2のようなある状態下ではエコーキャンセラECのバイパスはない。加算器ADD2は、後述するように、いくつかの実施形態においてオプションとして使用される。

#### 【0058】

(本発明の第1の実施形態)

図5-0および図5-1は、本発明の第1の実施形態におけるエコーキャンセル装置ECDを示す図である。図5-1に示すように、この第1の実施形態では加算器ADD2は使用しない。ただし、図1と図2-1との比較からわかるように、図5-0に関連して図5-1に示される第1の実施形態は、伝達関数推定器

EST、Hをはじめ、減算器ADD、減算器出力信号TNE'における残留エコーを抑圧するために追加される残留エコー抑圧器Gを備える。

#### 【0059】

第1の実施形態において、残留エコー抑圧器Gは、減算器ADDの出力信号TNE'から受信信号RFEに関するスペクトル特性を除去するために適応して修正可能なフィルタ関数 $g$ を有する残留エコーフィルタGを備えている。第1の実施形態における制御手段CTLは、設定信号GCによって、残留エコーフィルタGのフィルタ関数 $g$ を調整するために使用される。したがって、第1の実施形態においては、制御手段CTLは、受信信号RFE、受信信号RFEの送信ユニットTRへの結合に起因するエコー信号を含む送信信号TNE、処理された受信信号RFE'、および減算器出力信号TNE'のうちの少なくともいずれかを受信するように設けられるスペクトル成分計算手段として動作する。

#### 【0060】

制御手段CTLによって構成されるスペクトル成分計算手段は、受信信号RFEに関するスペクトル成分を、1またはそれ以上のこれらの信号に基づき、または、計算されたスペクトル成分による残留エコーフィルタGのフィルタ関数 $g$ のこの計算セットに基づき、計算する。スペクトル成分計算手段CTLは、スペクトル成分計算手段CTLに入力する4つの信号のいずれかに基づき残留エコーに関するスペクトル成分を計算可能であることに注意すべきである。ただし、スペクトル成分計算手段CTLが、送信信号TNEおよび／または減算器出力信号TNE'に基づきスペクトル成分を計算する場合には、音声検出器VADがこれらの信号におけるいかなる近端音声をも検出しないときにのみ、それが行われる。

#### 【0061】

残留エコーフィルタGは、可変フィルタパラメータのセットによってフィルタ特徴量を調整することのできるデジタルフィルタであり、デジタルフィルタ設計の分野において周知なものである。したがって、デジタルフィルタのフィルタ関数がパラメータのセットによってどのように設定されるのかについての、より詳しい説明はここでは省略する。以下の説明で使用するようになるフィルタのモデルについてはそれに限定されるものでない。

**【0062】**

スペクトル成分計算手段の目的は、このユニットに入力される少なくとも1の信号を監視することである。好ましくは、信号 $RFE'$ に基づいて、計算されるスペクトル成分が残留エコー信号のそれに近くなるように遠端信号のスペクトル成分が計算される。どのようにしてスペクトル成分計算手段がスペクトル成分を計算するのかについて例示する前に、まず、図5-0に示した第1の実施形態の一般的なステップについて検討する。

**【0063】**

遠端信号、すなわち、加算器ADDの出力 $TNE'$ の残留エコー、を減衰させる第1のステップでは、遠端信号 $RFE$ に関する少なくとも1の信号、好ましくは $RFE$ もしくは $FRE'$ 、が取得される。以下、この信号を“X”と表記する。

**【0064】**

第2のステップでは、スペクトル成分計算手段CTLによって、取得された信号Xのスペクトル成分のモデルが計算される。このスペクトル成分のモデルを“A”と表記することとし、これは、

a) 例えば、AR (AutoRegressive) モデル、ARX (AutoRegressive eXogenous) モデル、ARMA (AutoRegressive Moving Average) モデル、その他類似のモデルのパラメータの推定による、パラメトリック手法、

b) フーリエ変換（特に、離散フーリエ変換）、ウェーブレット変換などによる、ノンパラメトリック手法、  
に基づいて計算することができる。

**【0065】**

第3のステップでは、スペクトル成分計算手段CTLは、モデルAの逆モデルを計算する。Aの逆モデルを“G”とする。

**【0066】**

第4のステップでは、スペクトル成分計算手段CTLは、逆モデルGに対応して、フィルタ関数gを調整することになる。

**【0067】**

スペクトル成分の推定に使用されうる  $RFE$ 、 $RFE'$ 、 $TNE$ 、 $TNE'$  のすべての信号は、エコーキャンセラ  $EC$  においてフレーム毎に生じることは認識されよう。したがって、サンプルベースまたはフレームベースで、新たな逆モデル  $G$  およびそれによる新たなフィルタ伝達関数  $g$  が得られる。すなわち、すべてのサンプルまたはすべてのフレームで新たな  $G$ 、 $g$  が得られる。ただし、 $N$  サンプル毎に新たな  $g$ 、 $G$  が計算されるだけでも十分である。 $N$  は設計者によって選択されるあらゆる値をとりうる。

#### 【0068】

ダブルトーク（送信信号  $TNE$  と受信信号  $RFE$  の両方の音声）が生じる場合には、フィルタ  $G$  をバイパスするために、ダブルトーク検出器を使用することができる（例えば、図 5-1 において、調整ユニット  $ADJ$  に相応に  $G$  を調整するよう指示する  $VAD$  ダブルトーク信号  $DT$ ）。これは、ダブルトーク検出器が実質的なダブルトークを検出したとき（ $RFE$  および  $TNE$  が音声を含んでいることを意味する）、すべての周波数が通過するようにフィルタ  $G$  は  $G=1$  とすることができる。

#### 【0069】

もちろん、遠端信号  $RFE$  がないときには原理的にはフィルタ  $G$  は必要ではないことに注意されたい。遠端信号  $RFE$  が静かであれば、遠端信号  $RFE$  のエネルギー／パワーは低いレベルであろう。この場合、スペクトル成分計算手段は間違いなくフィルタモデル  $G$  を導出でき、フィルタ  $G$  は不変または単位フィルタに近いものとなるであろう。その他の場合には、エネルギーがスピーカにより発せられ音響ループの要因となり、そのため、これは  $G$  によって低減されることになる。

#### 【0070】

遠端信号を減衰させる  $G$  による逆フィルタは、遠端信号に結合したスペクトル成分を除去するが、背景（バックグラウンド）信号が合成されるような音声符号の修正は必要ではないことは、図 5-0 より明らかである。

#### 【0071】

（スペクトル推定：適応パラメトリックモデルの使用）

システム同定の目的で開発された理論がよく統計的仮定の基礎とされることは周知である。したがって、スペクトル成分の導出は、すべての信号が定常確率過程であるという仮定に基づいて行うことが可能である。

#### 【0072】

AR過程のブラックボックス表現を示している図7において、白色雑音 $e(n)$ は、出力信号 $y(n)$ を生成するように全極システム $A^{-1}(z)$ を励起している。この場合においてのみ、出力信号 $y(n)$ は可観測である。図5-0または図5-1に対して、出力信号 $y(n)$ はRFEまたはRFE'（あるいは、スペクトル成分を計算するために用いられる信号TNE、TNE'のいずれか）に対応する。さらに、フィルタ $A^{-1}(z)$ を遠端話者の声道フィルタとみなすことができるともいえる。したがって、 $y(n)$ を信号RFEとすることができる。信号 $e(n)$ が遠端話者の励起信号となることは明らかである。

#### 【0073】

スペクトル成分を計算するために、出力信号 $y(n)$ を生成するシステムを同定する必要がある。明らかなように、白色雑音入力系列が与えられ、観測信号 $y(n)$ の観測された振る舞いを記述可能な出力を生成する、あるモデルが仮定される。同定手法を明らかにするため、出力 $y(n)$ をAR過程と仮定することができ、これはよく声道のモデルとして用いられる。出力信号は白色の出力を得ることを目的とする同定ブロックに送られる。

#### 【0074】

図7に示されたAR過程のブラックボックス表現は、後で同定の説明に使用する。AR過程 $y(n)$ は、白色雑音過程 $e(n)$ による全極システム $A^{-1}(z)$ によって生成される。 $A^{-1}(z)$ を同定するために、全零システム $A^{\wedge}(z)$ が使用される。これは、理論的には、零点は未知システムの極をキャンセルし、それにより $e(n)$ が得られるというものである。

#### 【0075】

未知のAR過程は次式で定義される。

#### 【0076】

$$y(n) = \sum_{k=1}^M a_k y(n-k) + e(n) = \frac{e(n)}{A(q)} = \frac{e(n)}{1 - \sum_{k=1}^M a_k q^{-k}}, \quad (1)$$

## 【0077】

ただし、 $q$  は単位時間シフト演算子である。ここで、 $y(n)$  の推定値を算出することを目的とする。この推定値を  $\hat{y}(n)$  とする。観測過程  $y(n)$  は AR 過程であると仮定しているから、 $\hat{e}(n) = y(n) - \hat{y}(n; \mathbf{a})$  (注： $\mathbf{a}$  は太字にてベクトルを表す。以下同じ。) が  $e(n)$  のごとき白色過程となるように  $\hat{e}(n)$  が調整される。この調整は、次のベクトルに含まれるパラメータのセットにより制御される。

## 【0078】

$$\mathbf{a}^T = [\alpha_1 \quad \cdots \quad \alpha_M]. \quad (2)$$

## 【0079】

原理的には、信号  $\hat{e}(n)$  は、次式より、 $y(n)$  をフィルタリングすることで得られる。

## 【0080】

$$\hat{A}(q; \mathbf{a}) = 1 - \sum_{m=1}^M \alpha_m q^{-m}. \quad (3)$$

## 【0081】

$y(n)$  に係る演算子  $\hat{A}(q; \mathbf{a})$  を用いることにより、時刻  $n-1$  まで観測された過程  $y(n)$  の値に基づいて、(3) 式における和を  $y(n)$  の予測値と解釈できることに注意されたい。ここで、 $\hat{A}(q; \mathbf{a})$  は、図 5-0 および図 5-1 に示されるフィルタ  $G$  に対応する。

## 【0082】

よって、選択されたモデル構造（ここでは AR）は、推定されたパラメータ  $\mathbf{a}$  と共に、 $y(n)$  のスペクトル成分を記述するものである。これは、(1) 式におけるシフト演算子の置換および左辺の推定が、実際に  $y(n)$  のフーリエ変換に相当する。

## 【0083】



しかしながら、確率的過程のフーリエ変換は理論上定義が困難である。そのため、確率的過程のスペクトルは自己相関関数により定義される。しかし、(1)式からわかるように、 $y(n)$ を $A(q)$ でフィルタリングすることによって、すべてのスペクトル情報を除去することができる。

#### 【0084】

フィルタパラメータの推定については、例えば、前述のProakis, Manolakisによる引用文献を参照されたい。実際には、音声符号化器で同様の推定がなされる。音声符号化器でとられる手法はブロックに基づくタイプのものである。しかし、LMS (Least Mean Square) アルゴリズムのような勾配探索によっても推定することができる。この手順を説明するために、導出の説明に必要な式を以下に示す。与えられた入力信号 $y(n)$ のエネルギーを最小化することが目的である。これは、次式の最小化である。

#### 【0085】

$$V(\mathbf{a}) = E\{y(n) - \hat{y}(n; \mathbf{a})\}^2 \quad (4)$$

#### 【0086】

ただし、 $y(n)$ は、時刻 $n-1$ までに与えられたサンプルの推定信号である。(4)式の最小化は白色過程の分散となる。さらに、これは、1のグローバルミニマムとなることを確実にする線形の問題である。係数は、 $\partial V(\mathbf{a}) / \partial \mathbf{a} = 0$ で定義される数式の線形システムを解くことで求められる。LMS探索は、パラメータの再帰的更新（勾配が0となったときに停止する）における勾配を利用する。S. Haykinによる、「適応フィルタ理論 (Adaptive Filter Theory)」(Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1991)、P. E. Gill, W. Murray, M. H. Wright による「最適化の実際 (Practical Optimization)」(Academic press, London 1981)を参照。これは、次式で示される。

#### 【0087】

$$\mathbf{a}(n) = \mathbf{a}(n-1) - \mu \frac{\partial V(\mathbf{a}(n-1))}{\partial \mathbf{a}}, \quad (5)$$

#### 【0088】

ただし、 $\mu$  は適当な減衰を行うものである。この減衰は、再帰式(5)の安定性を確保するために通常必要であることは、S. Haykin による、「適応フィルタ理論 (Adaptive Filter Theory)」 (Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1991) はもとより、公知である。

#### 【0089】

さらに、LMSにおいて、期待値は瞬時近似値で置換される。

#### 【0090】

$$\mathbf{a}(n) = \mathbf{a}(n-1) - \mu \mathbf{y}(n-1) (\mathbf{y}(n) - \mathbf{y}(n-1) \mathbf{a}^T), \quad (6)$$

$$\text{where } \mathbf{y}^T(n-1) = [y(n-1), \dots, y(n-M-1)].$$

#### 【0091】

すでに説明したように、モデルはブロックに基づく手法またはサンプルに基づく手法で計算される。漸近的に、両者の手法は同等である。しかし、サンプルに基づく手法は、固定小数点のインプリメンテーションにいくぶん適している。ブロックに基づく手法は、対称テプリッツ構造を確保する相関法を用いたものをインプリメントするのに、それほど複雑なものとはならない。

#### 【0092】

RFEまたはRFE' のスペクトル計算は原理的に、上述したとおりに行うことができる。すでに説明したように、観測信号 $y(n)$ はRFEまたはRFE' に対応し、 $\hat{A}(q;a)$ は、図5-0および図5-1に示したフィルタ $G$ に対応する。データをモデルに適合させることにより、スペクトル計算はここで暗黙のうちに行われることに注意されたい。

#### 【0093】

(パラメトリック $G$ モデルの補間)

1 またはそれ以上の上記信号を取得することにより、フィルタ $G$ は遠端信号に関するすべての周波数を減衰させることができる。ダブルトークの状態では、減衰は近端音声にも影響を及ぼすことは明らかである。しかし、近端音声と遠端音声とは統計的に独立な過程／信号と考えることができるから、(数値 $N$ を選択す

ることによる特有の手法でフィルタ $G$ を更新することによって) その影響が聞こえなくすることができる。例えば、フィルタ $G$ のパラメータがフレーム毎に計算されると仮定する。送信する信号の急激な遷移を防ぐために、 $G$ の係数の変更のための平滑化手法を用いることができる。この平滑化を実現する一方法は、以下のように行われる。

#### 【0094】

S 1.  $G_{old}(q) = 0$

S 2. フィルタ $G_{old}(q)$ の反射係数を計算する

S 3. 新たな入力フレーム (例えば160サンプル) に基づきフィルタ $G_{new}(q)$ の反射係数を計算する

S 4. フィルタ $G_{old}(q)$ と $G_{new}(q)$ それぞれの反射係数間を結ぶ直線を決定する

S 5. 線上の終端点を含む例えば $K=4$  ポイント、すなわち、2つの追加的な反射係数のセット、を選択する。反射係数のセットを $\Gamma_\beta$  (ただし、 $\beta=1, \dots, K$ ) で表す。このセットは、 $G_{old}(q)$ から $G_{new}(q)$ までに及ぶ線上の点を基準に配列されている。

S 6. 反射係数の第1のセット、すなわち $G_{old}(q)$ に対応するセット、を用いて、最初の $N/K$ サンプルをフィルタリングする

S 7.  $\Gamma_\beta$  (ただし、 $\beta=2, \dots, K$ ) のセットを用いて、 $\beta N/K$ サンプルをフィルタリングする

S 8.  $G_{old}(q) = G_{new}(q)$ として、ステップS 2に戻る

#### 【0095】

上記手順は概ね、 $N/K$ サンプルからなるサブフレームベースの新たなフィルタの推定に相当する。

#### 【0096】

上記手順の利点は、サブフレームベースのフィルタを厳密に計算するよりも計算量が少なく済む点にある。

#### 【0097】

(スペクトル推定：適応ノンパラメトリックモデルの使用)

以下、離散フーリエ変換を用いたノンパラメトリック手法によりスペクトル成分を計算する手法の例を説明する。スペクトル成分計算手段CNTは、信号RFE、RFE'、TNE、TNE'のいずれかを使用する。残留エコーを含む信号TNE'またはTNEが望ましい。上述したとおり、信号TNEまたはTNE'を使用する場合には、近端信号の音声区間でのみフィルタ関数の計算が行われるように、音声検出器VADを必要とする。

#### 【0098】

そのため、スペクトル成分計算手段CTLは、例えば、残留エコー信号を含む減算器出力信号TNE'、または、エコー信号を含む送信信号TNE、の離散フーリエ変換DFT、および、受信信号RFEの離散フーリエ変換DFT、を計算し、残留エコー信号を含む減算器出力信号TNE'、または、エコー信号を含む送信信号TNE、の離散フーリエ変換DFTから、受信信号RFEの離散フーリエ変換DFTのスケールされたバージョン、を減算した結果に基づいて、フィルタパラメータを修正する。この減算に対応する数式は次のとおりである。

#### 【0099】

$$T(\omega_i) = M(\omega_i) - \alpha X(\omega_i), \quad (7)$$

#### 【0100】

ただし、 $\omega_i$ および $\alpha$ はそれぞれ、離散フーリエ変換DFTの*i*番目の周波数およびスケールファクタを表す。先述したとおり、式(1)における信号MおよびXはそれぞれ、残留エコー(TNE'またはTNE)を含む信号の離散フーリエ変換および遠端信号(RFE)に対応する。式(5)は次のように書き直すことができる。

#### 【0101】

$$T(\omega_i) = M(\omega_i) \left( 1 - \alpha \frac{X(\omega_i)}{M(\omega_i)} \right) = M(\omega_i) G(\omega_i). \quad (8)$$

#### 【0102】

式(6)より、フーリエ領域における所望のフィルタ関数Gは次式で示すことができる。

【0103】

$$G(\omega_i) = 1 - \alpha \frac{X(\omega_i)}{M(\omega_i)} \quad (9)$$

【0104】

式(5)または式(6)は、パラメトリック手法に密接に関係しており、伝達関数は、例えば、ARXモデルにより推定される。フィルタ関数の推定に使用することのできるこのようなモデルは、例えば、T. Soderstrom, P. Stoikaによる、「システム同定 (system identification)」 (Prentice-Hall International, London, UK, 1998) に開示されている。信号処理およびシステム同定の分野においては、先述の例に基づく、残留エコーのスペクトル成分をキャンセルするのに必要な情報の推定に、このような方法を用いることができることは明らかである。よって、上述した内容が本願発明者が考えた本発明の現時点におけるベストモードであると考えられる。中核となるアイデアは、遠端信号が既知であり、それが、信号TNE'における遠端信号RFEに係るスペクトル線を減衰させるのに用いることが可能であるという事実を掘り下げたところにある。これにより、残留エコーはフィルタGによって完全に抑圧される。

【0105】

(Gの設定および音声検出)

上記したように、第1の実施形態は、背景信号が合成されるような音声符号の修正を必要としない、特有の技術的機能に基づいている。

【0106】

上述したように、信号TNEまたは信号TNE'を信号RFEに係るスペクトル成分の推定に用いる場合には、マイクロフォンMCからの近端信号が存在しないとき（すなわち、近端送受信器ユニットTRUの話者の音声がないとき）にのみこれが行われることを確実にする必要である。そのため、近端音声休止期間においてのみスペクトル成分計算手段が新たなフィルタ関数g、Gを計算するために動作するように、図5-1に示したような検出器VADが必要である。

【0107】

第1の実施形態が図5-1に示される。スペクトル成分計算手段の一部として

動作する遠端推定器 (Far End ESTimator) F E E S Tユニットは、例えば(1)－(6)式により、遠端側の信号のスペクトル特性を推定する。図5－1では、信号R F E' が推定に用いられる。これはT N Eに入り込んでいる遠端信号の特性に近いからである。また、I N Vとよばれるユニットが設けられ、これは遠端信号のスペクトル特性の逆モデルが用いられることを示している。実際には、逆モデルは(3)式で示したようなシステム同定手法を用いることで得られることが明らかであり、原理的にはD E C O Dデバイスから図4に示したようなフィルタV T Fで使用される係数として取得できることは理解されよう。したがって、デバイスF E E S TおよびI N Vはスペクトル成分計算手段を形成し、そして、修正ユニット (adjustment unit) A D Jが、設定信号G Cによって、計算されたフィルタGのフィルタ係数の設定に供されることになる。

#### 【0108】

検出器V A Dの使用は選択的、つまり、必ずしも必要ではない。ただし、これにより性能が改善される。ダブルトーク (D T) および遠端シングルトーク (F E S T) を判断するために、V A Dは原理的には2つの信号を利用する。V A Dに入力される信号は、遠端話者および近端話者に関する信号である。ここでは、R F E' ではなくR F Eを用い、T N E' ではなくT N Eを用いることになるということに注意されたい。なぜならば、T N E' およびR F E' を使用すると、T N E' は遠端信号を多く含んでいない（ほとんどが近端信号である）からであり、R F E' はT N Eに入り込んでいる遠端信号のレプリカに近いものであるからである。したがって、検出器V A Dは、信号T N Eが遠端音声だけを含んでいるときだけF E S Tを出力し、また、信号T N Eが遠端音声と近端音声を同時に含んでいるときにD Tを出力する。そして、V A Dは、近端音声のみが存在するときだけN E S Tを出力する。

#### 【0109】

V A Dの3つの出力F E S T、N E S T、およびD Tは、フィルタGにフィルタパラメータを転送する役割を果たすA D Jに送られる。くわえて、A D Jは、上述した方法によりパラメータを平滑化する役割も果たす。検出器V A DからのフラグはA D Jによって、以下のように使用される。

## 【0110】

近端音声のみのとき、すなわち、NESTが真(true)、DTおよびFESTが偽(false)のときは、フィルタリングを行わない。つまり、Gに単位特性(unity)を持たせるようなモデルの修正がなされる。またこれは、ダブルトークのとき、すなわち、DTがtrue、かつ、FESTおよびNESTがfalseのときにも、残留エコーが近端話者によってマスクされるように同様に行うようにすることができる。

## 【0111】

そして、VADの信号に基づいて、周波数の関数としてのゲインも調整される。例えば、モデルがパラメトリックであると仮定すると、周波数の関数としてのゲインは、 $z$ 領域の単位円における半径方向に根を移動させることで変更することができる。このようにする理由は、検出器VADは、トーク信号の連続的な測定値(すなわち、見込み率であって、0および1の値をとるバイナリ変数ではない)を示すことになり、また、TNE'において残留エコーが生じているときにのみフル・フィルタリングが行われるからである。近端音声が始動または停止したときにはそれぞれ、ゲインは、フル・ゲインから単位ゲインに、単位ゲインからフル・ゲインに、段階的に増減される。よって、(信号DT、FEST、およびNESTに基づく)ADJは、FESTからDTに遷移する区間、および、NESTからFEST、FESTからNESTに遷移する区間では、上記したようにGの根の半径方向の位置が調整される。

## 【0112】

(本発明の第2の実施形態)

第2の実施形態も、図5に示すように一般的な構成に基づいている。第2の実施形態においては、残留エコー抑圧器Gは、音声休止区間における送信信号の背景信号スペクトル成分である、減算器ADDの減算器出力信号TNE'を強調すべく適応するために修正可能なフィルタ関数 $g$ を有する残留エコーフィルタGを備える。この目的のために制御手段CNTは、(第1の実施形態のように)1またはそれ以上の信号TNE、TNE'を使用する背景信号モデル計算手段を含み、これら1またはそれ以上の信号に基づき背景信号モデルを推定する。背景信

号モデルが計算されると、背景信号モデル計算手段CNTは、背景信号スペクトル成分が強調されるように、計算された背景信号モデルに従い残留エコーフィルタGのフィルタ関数gを設定する。

#### 【0113】

近端信号TNEが背景雑音モデルの計算に用いられる場合には、図5-2に図示された検出器VADを使用して音声休止区間でのみ背景雑音モデルが計算されるようにする。この目的のため、検出器VADは、減算器入力信号RFE'および減算既出力信号TNE'を受け取り、これら両方の信号が無音声であることを検出する。yesのときは、VADは無会話信号(no-talk-signal)NTの真(true)値を出力し、それによってスイッチSWが閉じられる。その結果、背景スペクトル推定手段BESTにおいて、背景スペクトル推定に信号TNEまたはTNE'が用いられる。遠端音声がないときには、背景雑音に対するモデルを計算するために信号TNEおよびTNE'を用いることができる。ただし、得られたモデルは遠端信号がアクティブの場合のためのものである。これは、モデルは音声休止区間において計算されるものの、音声休止区間だけでなく音声区間でも使用されるのである。したがって、第2の実施形態の方法においては、以下のステップが実行される。

#### 【0114】

1. 背景信号に関する信号、例えば、好ましくは検出器VADがNT(音声なし)を出力するときのTNEまたはTNE'、を取得する。この信号を“Y”とする。

2. 第1の実施形態のように以下の手法により、背景スペクトル成分推定手段BESTにおいて、取得した信号Yのスペクトル成分のモデルを計算する。

a) パラメトリック手法 例えば、ARモデル、ARXモデル、ARMAモデル等によるパラメータの推定。 および/または、

b) ノンパラメトリック手法 例えば、フーリエ変換、ウェーブレット変換等。

この背景雑音のモデルを“G”とする。

3. Gに基づき、調整ユニットADJによりフィルタ関数gを設定し、フィル



タGで信号TNE' をフィルタリングする。

【0115】

上述したように、第2の実施形態における信号は、サンプルベースまたはフレームベースで発生し、背景雑音モデルの計算およびフィルタ関数G、gの計算は、遠端信号RFEおよび近端信号TNEに音声が存在していないフレームでのみ行われる。ただし、調整されたフィルタに基づく背景雑音の強調は、すべてのフレームで、とりわけ音声フレームにおいても、行われる。

【0116】

上記した1またはそれ以上の信号に基づき背景雑音モデルが計算されることによって、調整されたフィルタ関数は背景雑音スペクトルに係るすべての周波数を増幅することができる。したがって、遠端信号RFEに係る周波数は、その遠端信号RFEが背景雑音と同じ周波数成分を有しないかぎり減衰されうる。しかし、音声信号は時間変動し、それゆえ音声スペクトルも変動する。したがって、音声信号は減衰されることになる。その結果、いかに体系化された方法においても残留エコーは強調されず、背景信号対残留遠端信号比が増加する。ここで、図2-1、図2-2を参照して説明したようなDTXモードの動作によって、2つの事象のうちの1つが発生すると考えられる。すなわち、

【0117】

1. 音声符号化器のDTXモード動作は、音声を含んでいないフレームにおける背景雑音の強調のために起動されることになる。

2. 音声が含まれるフレームにおける背景雑音処理に関する周波数の増幅によって、残留遠端信号がマスクされる。

【0118】

また、第2の実施形態の改良バージョンとして、遠端信号の長期予測を行う長期予測器をさらに備え、有声励起信号の残余を除去するようにすることも可能である。

【0119】

上記した第2の実施形態より、第2の実施形態においては、エコーキャンセラECの出力でコードワードを変更することではなく、また、フィルタGの使用の特

有の技術的機能も同じであることが理解されよう。第1の実施形態では遠端信号RFEに係る音声の信号成分が減衰されるのに対し、第2の実施形態ではTNEに含まれる遠端信号に係る背景雑音が強調される点で、両者は実質的に同一の効果を奏する。

#### 【0120】

図5-2に第2の実施形態によるエコーキャンセル装置ECDを示す。各ブロックは第1の実施形態と似てはいるが機能は同一でないことに注意されたい。ここで、VADは、無会話信号NT、近端シングルトーク信号NEST、およびダブルトーク信号DT出力する。信号NTは、2つの信号TNEおよびTNE'のいずれをスイッチSWを介してBESTユニットに供給するかを制御する。原理的には、目的は背景信号を推定することである。したがって、これは、TNEおよびTNE'に近端会話音声も遠端会話音声もないときにのみ実行することができる。よって、VADユニットは、信号NT（無会話）によって近端信号および遠端信号がないことを指示する。VAD指示信号NEST、DT、およびNTは、近端および遠端（この場合にはそれぞれTNE'およびRFE'）に係る2つの信号の観測に基づくものである。

#### 【0121】

上述したように、背景推定手段（BEST）は、NTの期間中にTNEまたはTNE'のスペクトル特性を推定する。推定は、第1の実施形態と同様に、パラメトリックまたはノンパラメトリックに行うことが可能である。推定された背景信号のスペクトル特徴量はADJユニットに送られる。

#### 【0122】

第2の実施形態において、ADJの主な目的は、背景信号スペクトルに関するTNE'のスペクトル成分を増幅するように増幅フィルタGを設定することにある。ADJユニットは、近端シングルトークの期間中（すなわち送信信号TNEにおいて遠端信号が存在しない間）は単位特性が用いられるようにデバイスBESTの出力を整形しなおすこともできる。デバイスBESTの出力の再整形は、また、第1の実施形態と同様に、音声信号の終端および開始点にも関係する。これは、調整ユニットADJが、VADによってNESTが指示されたときの最良

推定のスペクトル形状を段階的に平坦化することで可能となる。他方、信号NESTが近端音声がないことを示すとき、および、信号DTがダブルトークであることを示していないときには、TNE'における背景信号を大きく増幅させるために、Gの平坦スペクトル特性は段階的に増加されうる。フィルタGを単位特性に設定するように、DTフラグは単独で用いられ得る。これは、近端信号はTNE'における残留エコーをマスクすることができるので可能である。ADJユニットは、遠端信号および近端信号の音声アクティビティに関する追加的の情報を与えられる、フィルタGを設定する手段として考えられることは明らかであろう。

#### 【0123】

本発明の第1の実施形態において、フィルタGは遠端信号に係るスペクトル特性を減衰させるように設計される。単純化のため、第1の実施形態により決定されるフィルタは、次式で表される全零フィルタ(FIR)であると仮定できる。

#### 【0124】

$$G_1(q) = \sum_{k=0}^K b_k q^{-k} \quad (10)$$

#### 【0125】

第2の実施形態においては、計算され調整されたフィルタGは、近端側に係る背景信号を強調、すなわち増幅するように使用される。このフィルタは、次式で表される全極フィルタとして推定されうる。

#### 【0126】

$$G_2(q) = \frac{\gamma}{1 + \sum_{k=1}^K a_k q^{-k}} \quad (11)$$

#### 【0127】

遠端信号を減衰させ、背景信号を強調するフィルタが得られるように第1の実施形態と第2の実施形態とを組み合わせることも可能であることは明らかであろう。得られるフィルタはGとして使用でき、このフィルタは典型的には次式で表

される無限インパルス応答 (IIR) フィルタを使用することができる。

【0128】

$$G(q) = G_1(q)G_2(q) = \frac{\gamma \sum_{k=0}^K b_k q^{-k}}{1 + \sum_{k=1}^K a_k q^{-k}} \quad (12)$$

【0129】

よって、第1の実施形態と第2の実施形態とは組み合わせること（すなわち、送信信号のスペクトル成分の強調、すなわち増幅と同時に、遠端信号に係るスペクトル特性の除去を実行すること）が可能である。これにより、遠端信号に係るスペクトル特性が除去され、近端信号に係る背景スペクトル特性（音声休止区間において計算される）が強調される（音声休止区間でモデルが計算され、音声休止区間および／または音声区間で増幅がなされうる）。

【0130】

（本発明の第3の実施形態）

第3の実施形態として、図2-2に示したものと類似の雑音生成手段NGM'を使用することができる。第3の実施形態では、基本的に、追加的な加算器ADD2（図5-0および図5-3を参照。）が設けられているエコーキャンセル装置ECDの出力段に、追加的な雑音生成手段NGMを設けることができる。

【0131】

図5-3のブロック図に示される第3の実施形態において、加算器ADD2が使用される。ただし、図2-2または図2-3と対照するに、注意されたい

【0132】

ここに入れられた雑音処理は背景雑音処理に直接関係するわけではないし、雑音を切り替えるものでもない。ここに入った雑音処理は背景信号スペクトルだけでなくTNE'を用いた重み付けにも基づくものである。重み付けは、雑音処理によって残留エコーをマスクするのに用いられる。マスキングしきい値は、J. D. Jonstonによる「聴覚ノイズ基準を用いたオーディオ信号の変換符号化 (Transform coding of audio signals using perceptual noise criteria)」(IEEE Jou

rnal on selected areas in communications, pp. 314-323, vol 6, Feb., 1988)と同様な方法で計算できる。原理的には、重み付け関数は以下のように計算される。

1. Mサンプル（ただし、Mは少なくとも320）に基づくバーク・スケールにより、TNE'のスペクトル成分を計算する。
2. TNE'のバーク・スペクトルで拡散関数 (spreading function) の畳み込み (convolve) を行う。
3. 拡散関数に対する結果を再正規化する。
4. 推定された背景スペクトル（バーク・スケールによる）について、図5-3のBESTのものとステップ3の結果とを比較する。
5. ステップ4の比較においてステップ3の結果の方が大きい場合、背景スペクトルの振幅を増加させる。

#### 【0133】

基本的に、上記手順は、残留エコーがパワーに寄与する領域における背景スペクトル推定量のスペクトルのエネルギーを増加させることを目的としている。ステップ3の結果を、しきい値を超える追加的なノイズレベルが知覚されるであろうことを示すマスキングしきい値と考えることができる。

#### 【0134】

実際には、しきい値が適応的である（例えば、フレーム毎に再計算する）ことは必ずしも必要ではない。平均残留エコーのスペクトル成分の情報は計算に大変有用である。

#### 【0135】

したがって、得られたすべての処理は背景信号に近づくが、まだ遠端信号RFEに関する情報が付帯している。

#### 【0136】

さらに、付加される雑音信号は、残留エコーのスペクトル整形（長期または短期）に関する重畳付加的な雑音処理を有する背景信号の推定されたバージョンであることは明らかであろう。

#### 【0137】

減算器出力信号TNE'に対する雑音処理の追加の利点は、まず、図2-2および図2-3に示した従来技術を検討することで理解されよう。両方の図は、ある論理（検出器VAD）によって制御されるスイッチSW1を含んでいる。明らかなように、性能は制御論理がいかに良好に動作するか程に大きく依存する。すなわち、実際には近端信号TNEが存在するにもかかわらず、図2-2および図2-3で使用されるシステムが近端信号TNEがないことを示す場合には、送信信号TNEに含まれる音声メッセージが雑音に置き換えられてしまう。当然、この挙動は望ましいものではない。

#### 【0138】

この第3の実施形態は、遠端側に伝送されるTNE'において近端信号が急激に増大した場合に場合に対処する。これは主としては、加算器ADD2のパワーがTNE'のパワーに等しくなるように平均化を行う。計算は比較的長期ベースにより行われるため（例えば、残留エコー信号の平均スペクトル情報として用いる）、スペクトル形状およびパワーが異なるので、マスキングしきい値は近端信号をマスクしそうもないことは明らかである。

#### 【0139】

そして、所望のマスキングしきい値を計算するために信号RFE'またはRFEを用いることができることは明らかである。RFE'またはRFEを用いることの利点は、これらの信号に近端信号が生じることがないことである。したがって、RFE'またはRFEのスペクトル成分は、残留信号にスペクトル的に近くなる信号が得られるようにエコーキャンセラECの作用を同様にを行うフィルタでフィルタリングされるだけである。この手法を用いて混入させる雑音信号を再計算することができる。第3の実施形態においてはまた、図5-3のブロック図に示したように、シングルトーク／ダブルトークの状態を検出するために、近端音声検出器VADを必要とする。

#### 【0140】

図5-0には、本発明の3つの実施形態すべての原理が示されている。同図において、制御ユニットCTLとよばれるブロックが示されている。第3の実施形態では、図6に示す（図5-0から5-3の組み合わせにおける制御ボックスを

示している) 制御ボックスCTLが上述のとおり動作する。ここでは、しきい値計算がRFE' (RFEではない) およびTNE' に基づき行われる。この情報は、ゲインkおよびスペクトル整形のすべてにおいて好適な雑音系列を生成するのに用いられるモデルにフィードバックされる。パラメトリック手法またはノンパラメトリック手法等の従来の方法を用いたスペクトル推定により、未処理の背景信号が計算される。図6では、「背景モデル推定器」で示されるブロックにおいて行われることに注意。さらに、スペクトル成分の推定に信号TNE' (または送信信号TNE) を用いる場合には、内部VAD信号は遠端シングルトーク (FEST) および近端シングルトーク (NEST) により指示する。

#### 【0141】

(本発明の他の実施形態)

以上説明したように、第1の実施形態から第3の実施形態はそれぞれ別個単独に動作する。すなわち、第1の実施形態によれば、受信信号のスペクトル成分が除去され、第2の実施形態によれば、背景雑音が強調、すなわち増幅され、そして、第3の実施形態によれば、雑音処理が介在される。

#### 【0142】

しかし、第1の実施形態と第2の実施形態とは組み合わせが可能である。すなわち、スペクトル成分の除去と第2の実施形態による背景雑音の強調との組み合わせが可能である。これは、遠端信号に係るスペクトル成分が除去され、近端信号に係るスペクトル成分 (音声休止区間で計算される) が (音声休止区間および／または音声区間で) 強調される。

#### 【0143】

第3の実施形態は、第1および第2の実施形態とともに使用することができる。例えば、図5-0に示したように、音声符号化器への入力の前段に、追加的な加算器ADD2を設けることが可能である。加算器ADD2への2つの入力のうちの1つは、TNE' の減衰されたバージョン (すなわち、第1および／または第2の実施形態によって減衰されたもの) である。第2の入力は擬似背景信号NCである。ここで、TNE' は、背景信号のエネルギーに応じて減衰される。これは次式で表される。

【0144】

$$E_b = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N x^2(n),$$

【0145】

ただし、 $E_b$ は近端信号および遠端信号がないときの評価量、 $x(n)$ はTNEを示す。そして、次の演算が行われる。

【0146】

$$Y = A + \frac{x(n)}{\sqrt{E_b}} G \quad (11)$$

【0147】

ただし、 $A$ は $AR + NG$ からの合成背景信号であり、フィルタ $G$ は第1または第2の実施形態におけるものである。 $x(n)G/\sqrt{E_b}$ の項はスケーリングされるのに対し、 $A$ はされないことに注意。したがって、背景に関するのみならずその背景雑音が大勢を占める信号を、音声符号化器が得ることになる。

【0148】

第3の実施形態は第2および／または第3の実施形態と組み合わせることができる。第1の実施形態はスペクトル的に残留エコー信号の逆特性に近いフィルタを計算する。残留エコーの大部分が除去されるのは明らかであろう。ただし、スピーカの非線形性などの、さまざまな制約により、残留エコー処理の仕上げ手段として第3の実施形態を使用することが望ましい。これは、図6に示したように、 $G$ の出力をしきい値計算調整ユニットADJにフィードバックすることによって達成される。

【0149】

第3の実施形態は、第2の実施形態と組み合わせる場合には、第2の実施形態により調整されたようなフィルタ $G$ の出力に基づくしきい値の計算に基づくことが可能である。

【0150】

もちろん、本発明の実施形態の組み合わせにおいては、エコーキャンセルをさらに改善させるべく、図2-1、図2-2、図2-3に示した手段NGMおよび



手段MS IDMを参照して説明したエコーキャンセル方法を含めることも可能である。

#### 【0151】

前述したとおり、図6は、3つの実施形態の相互作用を示している。図6において、汎用制御デバイスCTLを示した。したがって、この制御デバイスCTLの内部に属するユニットは、第1、第2および第3の実施形態の図5-1、図5-2、図5-3で示したユニットの集合体である。図6に示されるように、調整器ADJは2つのブロックを含む。すなわち、第3の実施形態で説明したようなしきい値計算器、および、結合器である。結合器は、(12)式で示したようなだい1および第2の実施形態のモデルの分子および分母を結合する。さらに、結合器は、VAD出力制御信号NEST、FEST、およびDT（NTはこれらの2つの信号から得られる）の状態に依存するフィルタ関数 $g$ の零点および極の半径を変更するのに使用されうる。ブロックNGM'においてゲイン定数 $k$ を追加することができる。このゲイン定数は、必要なときに、ブロックNGM'の出力パワーを修正するのに使用することができる。信号MASK-ARは第3の実施形態で生成され、ブロックNGM'およびARユニットに送られるマスキング・スペクトルである。

#### 【0152】

（本発明の産業上の応用可能性）

以上説明したように、本発明は、通信プロセスが無線通信であるか有線通信であるかにかかわらず、電気通信システムのあらゆる送受信器ユニットTRUで独自に使用することが可能である。さらに、本発明は原理的に、信号のフレームワイズ処理に基づくこともない。音響結合が本発明において主に考察した結合効果であるが、受信部—送信部間のキャパシタンス結合および／またはインダクタンス結合によって生じるその他の残留エコーも除去することが可能である。通信用送受信器において生じる信号について本発明を説明したが、結合（それによりエコーを生じる）が存在するための閉ループの問題に使用されうるその他のあらゆるシステムの信号にも適用可能であることはいうまでもない。

#### 【0153】

さらに、本発明は、ここに開示した実施形態、実施例に限定されるものではなく、その発明の範囲は特許請求の範囲によってのみ決せられることに注意すべきである。上述のように、本発明は、特許請求の範囲および明細書において記載したそれぞれの特徴から得られる結果としての実施形態を構成することができる。したがって、上述の実施形態は、本願発明者が現時点において本発明のベストモードと考えるものとしてのみ把握されるべきものである。

#### 【0154】

特許請求の範囲における参照符号は明確化の目的のために使用したにすぎず、これによって発明の範囲を限定すべきではない。

#### 【0155】

(参照符号のリスト)

ADD 符号化器 (ADDer)

ADJ 調整ユニット (ADJusting)

ANT アンテナ (ANTenna)

AR AutoRegressive

AR-PAR AutoRegressive-PARameter

BEST 背景推定器 (Background ESTimator)

CNT 制御手段 (CoNTroller)

COD 符号化器 (CODer)

DECOD 復号化器 (DECODer)

DT ダブルトーク (Double Talk)

DTX 間欠送信 (Discontinuous Transrnission)

EC エコーキャンセラ (Echo Canceller)

EST 推定器 (ESTimator)

FE 遠端 (Far End)

FEEST 遠端推定器 (Far End ESTimator)

FEST 遠端シングルトーク (Far End Single Talk)

FR フルレート (Full Rate)

GC フィルタG制御信号 (filter G Control)

GSM Global System for Mobile communication  
INV 逆変換 (INVerse)  
LAR Log Area Ratio  
MC マイクロフォン (Microphone)  
MSID Make SID  
NC Noise Control  
NE 近端 (Near End)  
NEST 近端シングルトーク (Near End Single Talk)  
NG 雑音発生器 (Noise Generator)  
NGM 雑音発生手段 (Noise Generator Means)  
NT 無会話 (No Talk)  
PNG 擬似雑音発生器 (Pseudo Noise Generator)  
RC 無線回路 (Radio Circuits)  
RF 無線周波数 (Radio Frequency)  
RFE 受信遠端信号 (Received Far End)  
RFE' Hの出力でのRFE (Received Far End at output of H)  
RFESC Received Far End Speech Coded  
RPE-LTP レギュラーパルス励起長期予測 (Regular Pulse Excitation-Long Term Prediction)  
SID 無音デスクリプタ (Silence Descriptor)  
SNG 合成雑音発生器 (Synthetic Noise Generator)  
SP スピーカ (loud SPeaker)  
SPECOD 音声符号化ユニット (SPeECH CODer unit)  
SW スイッチ (SWitch)  
TELE TELEphone  
TNE 送信近端信号 (Transmitted Near End)  
TNE' EC後のTNE (Transmitted Near End after EC)  
TRU 送受信器ユニット (TRansceiver Unit)  
TR 送信ユニット (TRansmitt unit)

TX 送信機 (Transmitter)

VAD 音声検出器 (Voice Activity Detector)

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本願発明の背景に係る従来の送受信器ユニット T R U を示す図である。

【図 2-1】

残留エコー除去方法を具備しない従来技術 I に係るエコーキャンセル装置 E C の原理的なブロック図である。

【図 2-2】

タイプ I I の残留エコーキャンセル手法を具備するものの、付加的な雑音を発生してしまう従来技術 I I I に係るエコーキャンセル装置 E C の原理的なブロック図である。

【図 2-3】

タイプ I の残留エコーキャンセル手法を具備するものの、背景雑音を検出している間に S I D フレームが生成されてしまう従来技術 I V に係るエコーキャンセル装置 E C の原理的なブロック図である。

【図 3】

図 1 に示された従来技術 I I に係る従来型音声符号化器 C O D のブロック図である。

【図 4】

図 1 に示された従来技術 I I に係る従来型音声復号化器 C O D のブロック図である。

【図 5-0】

本願発明の原理に係るエコーキャンセル装置 E C のブロック図である。

【図 5-1】

第 1 の実施形態に係るエコーキャンセル装置 E C のブロック図である。

【図 5-2】

第 2 の実施形態に係るエコーキャンセル装置 E C のブロック図である。

【図 5-3】

第 3 の実施形態に係るエコーキャンセル装置 E C のブロック図である。

【図 6】

図 5-0、図 5-1、図 5-2 及び図 5-3 において使用されている制御ボックス C T L を示す図である。

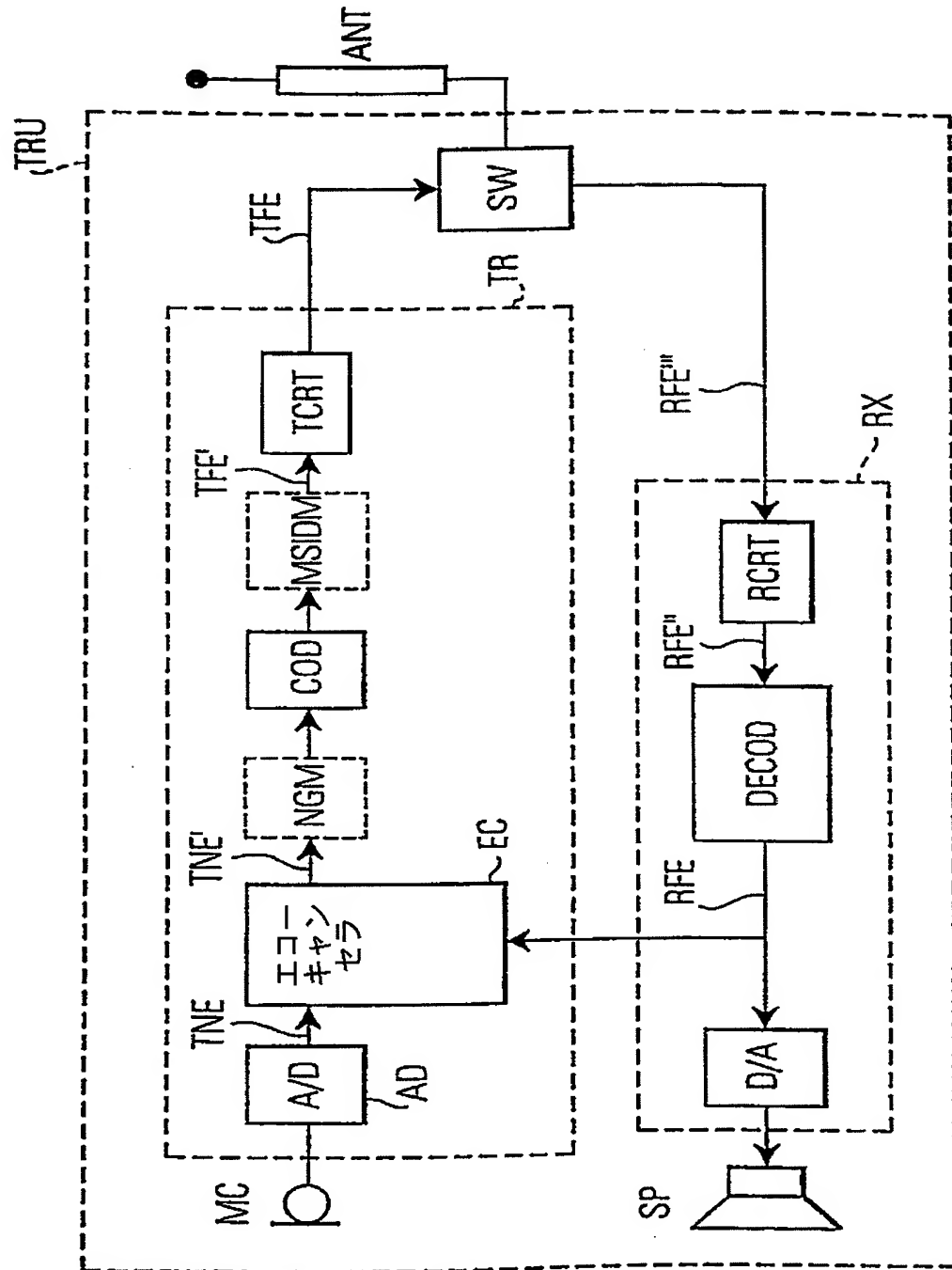
【図 7】

A R 処理に係るブラックボックス表現を示す図である。

【図 1】

## FIG.1

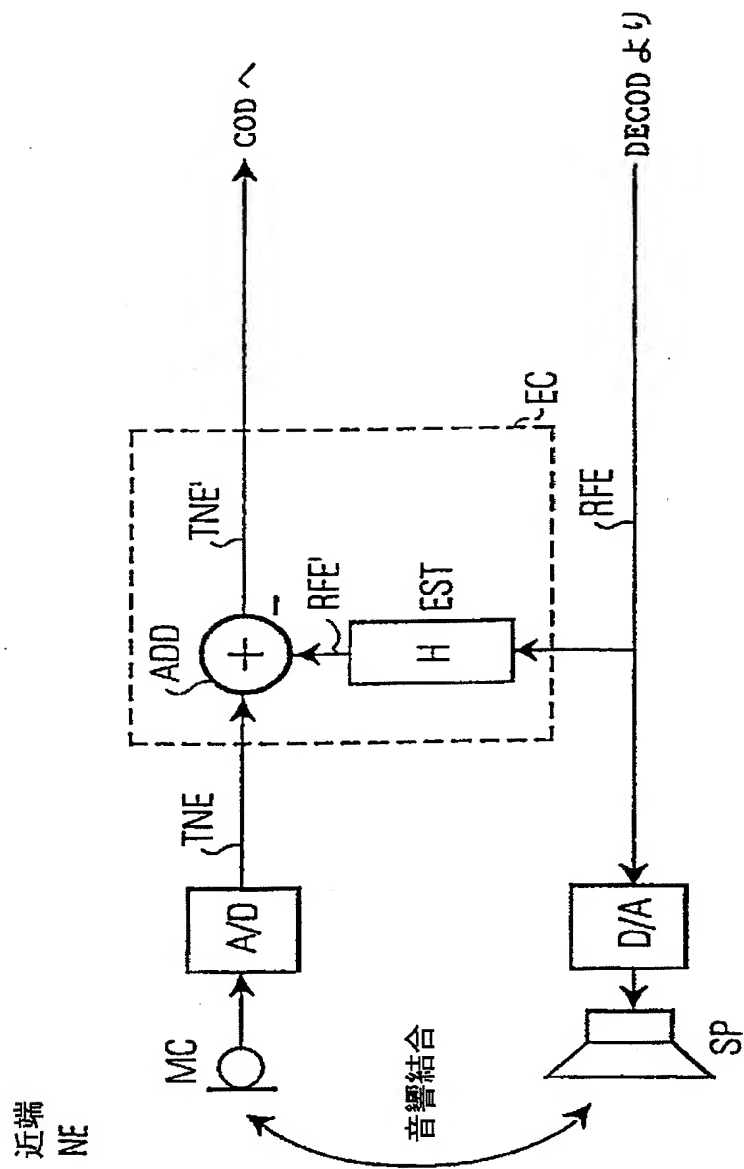
BACKGROUND OF THE INVENTION



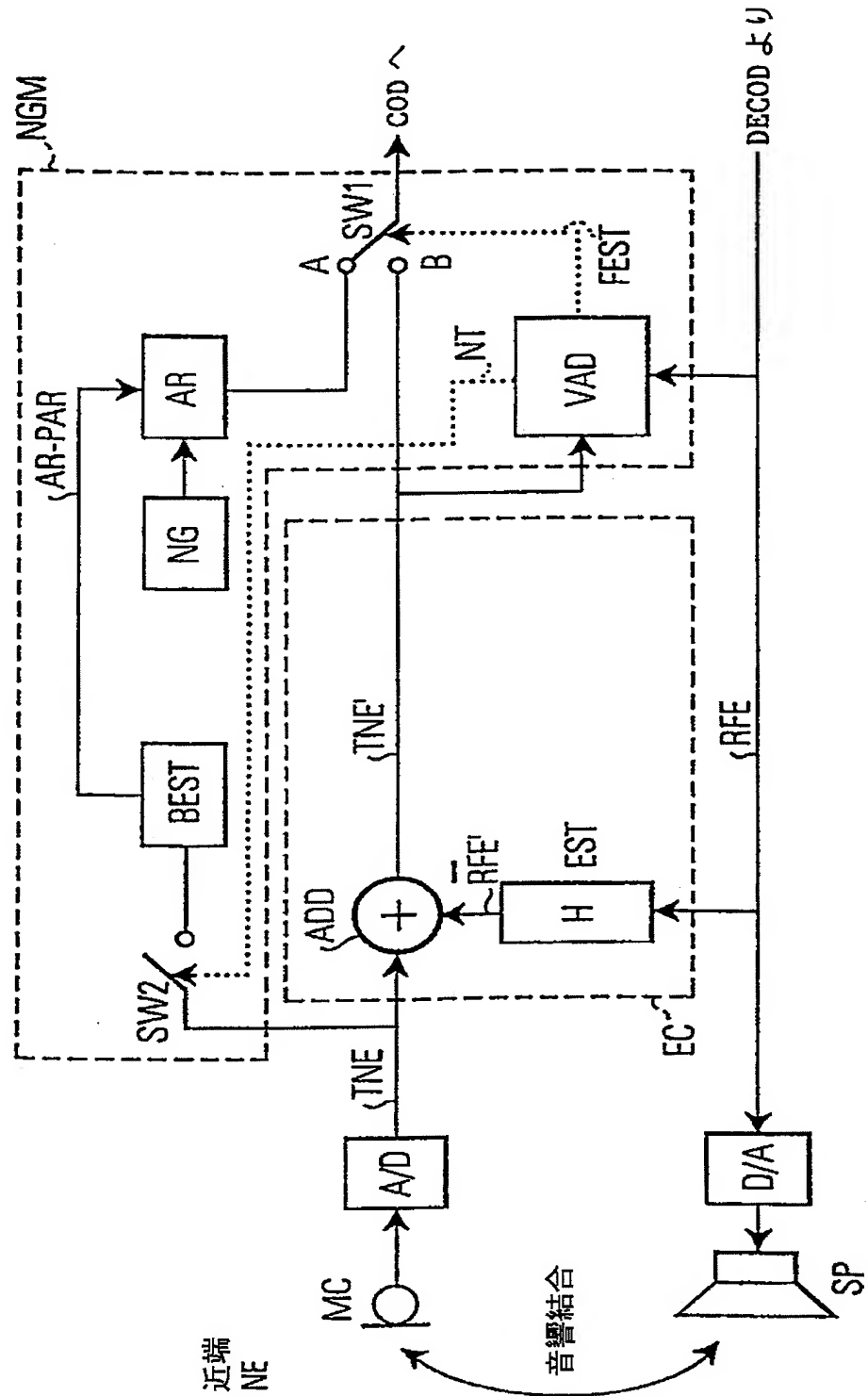
【図 2-1】

FIG. 2-1

PRIOR ART I



【図2-2】

FIG.2-2  
PRIOR ART III



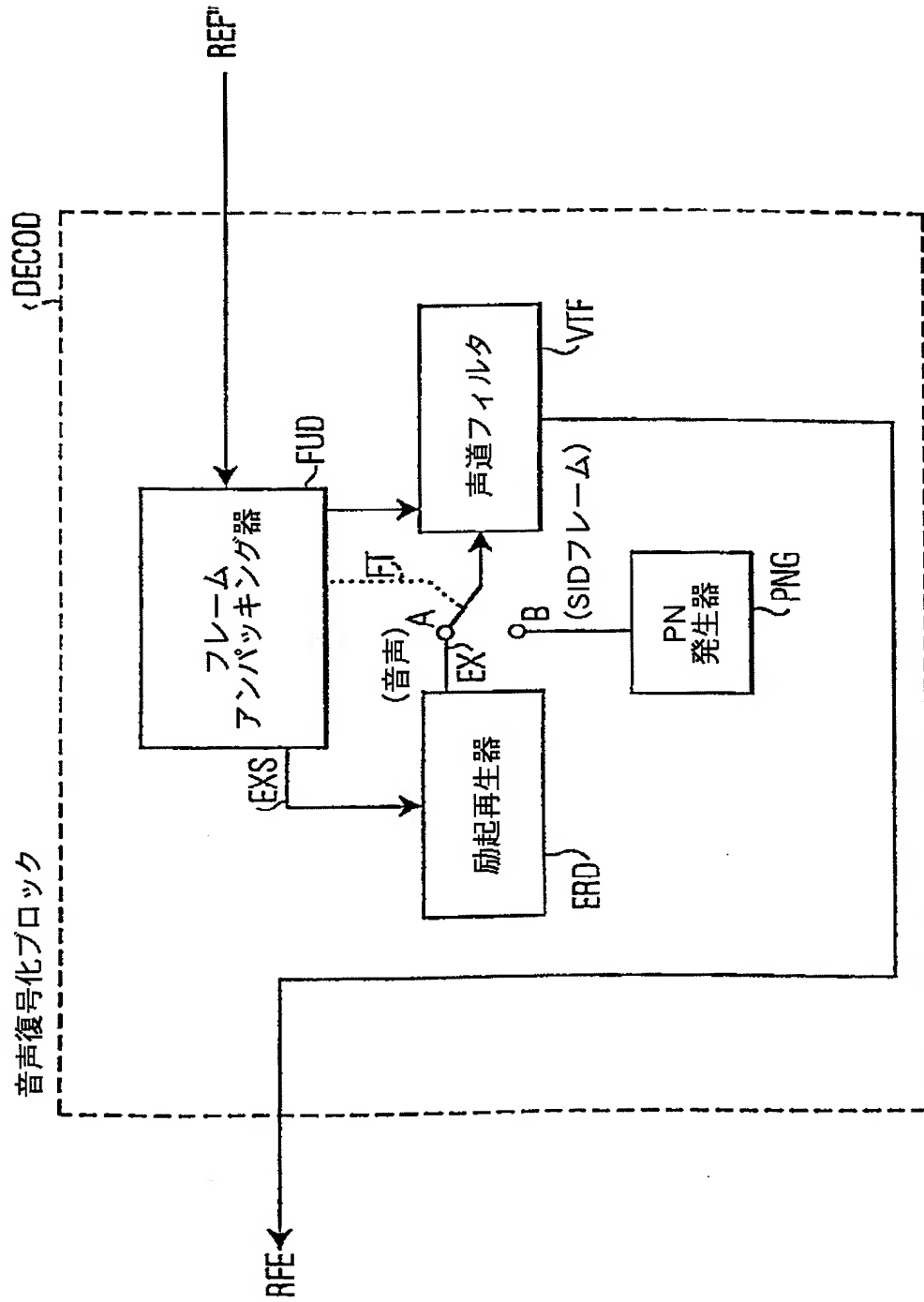




【図4】

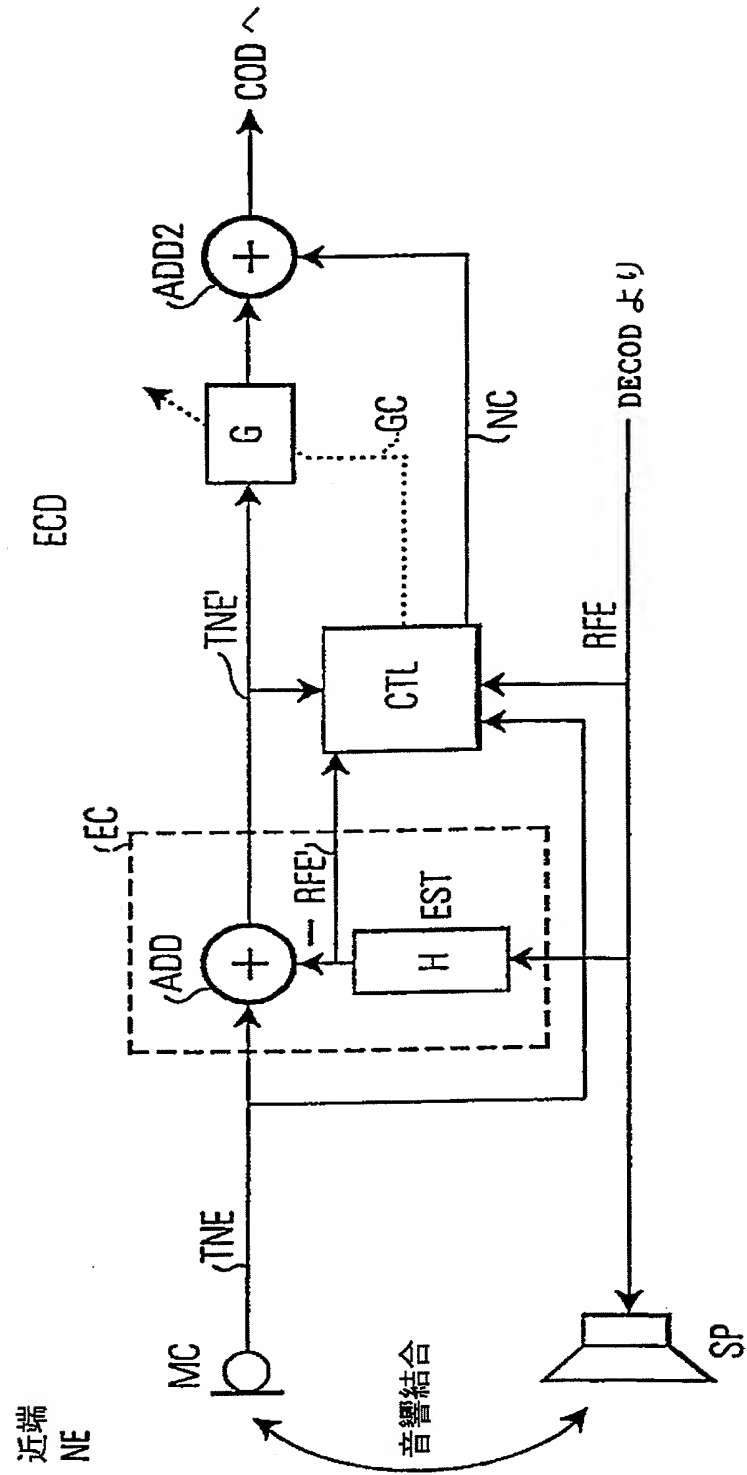
FIG.4

PRIOR ART II

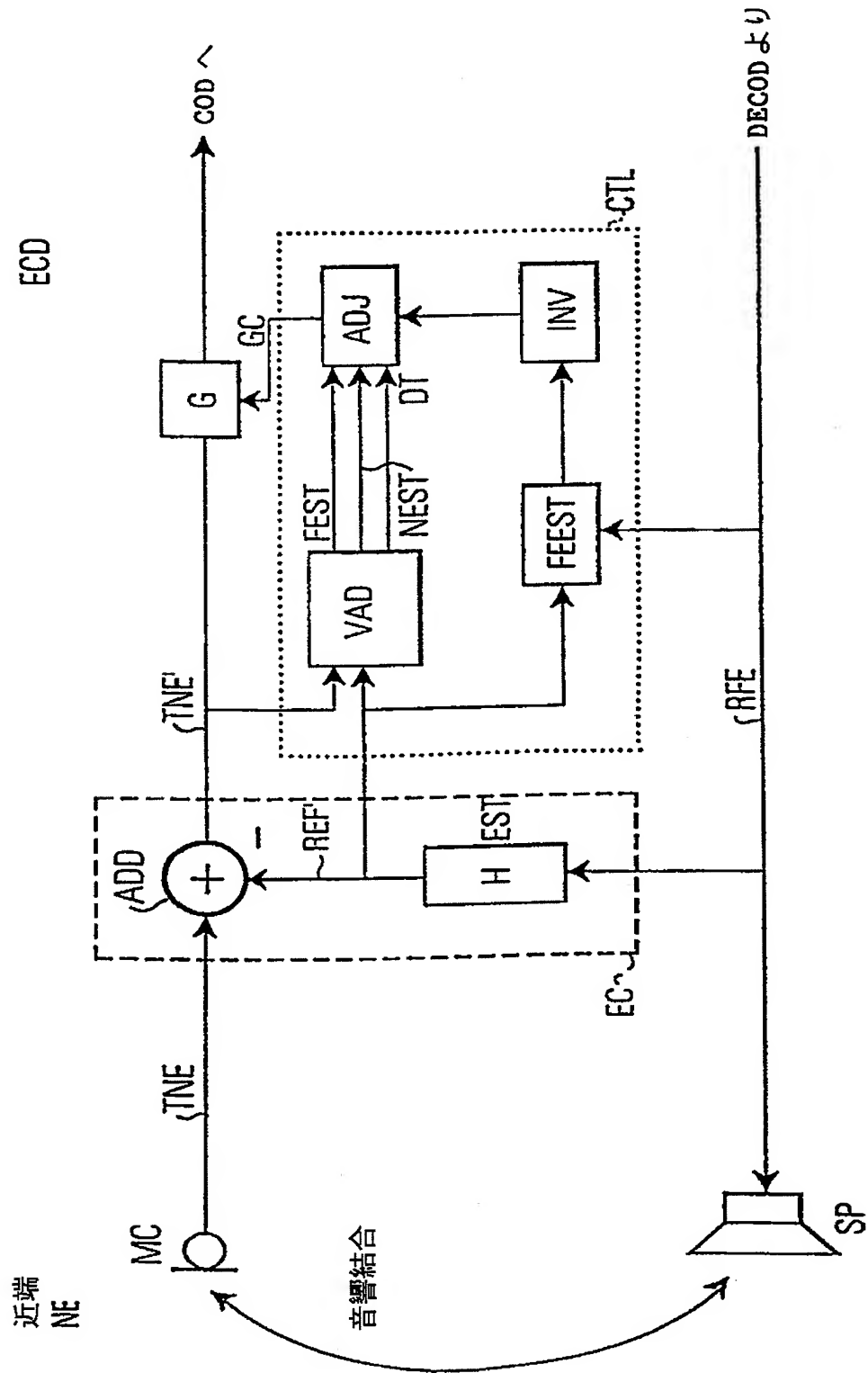


【図 5-0】

FIG.5-0

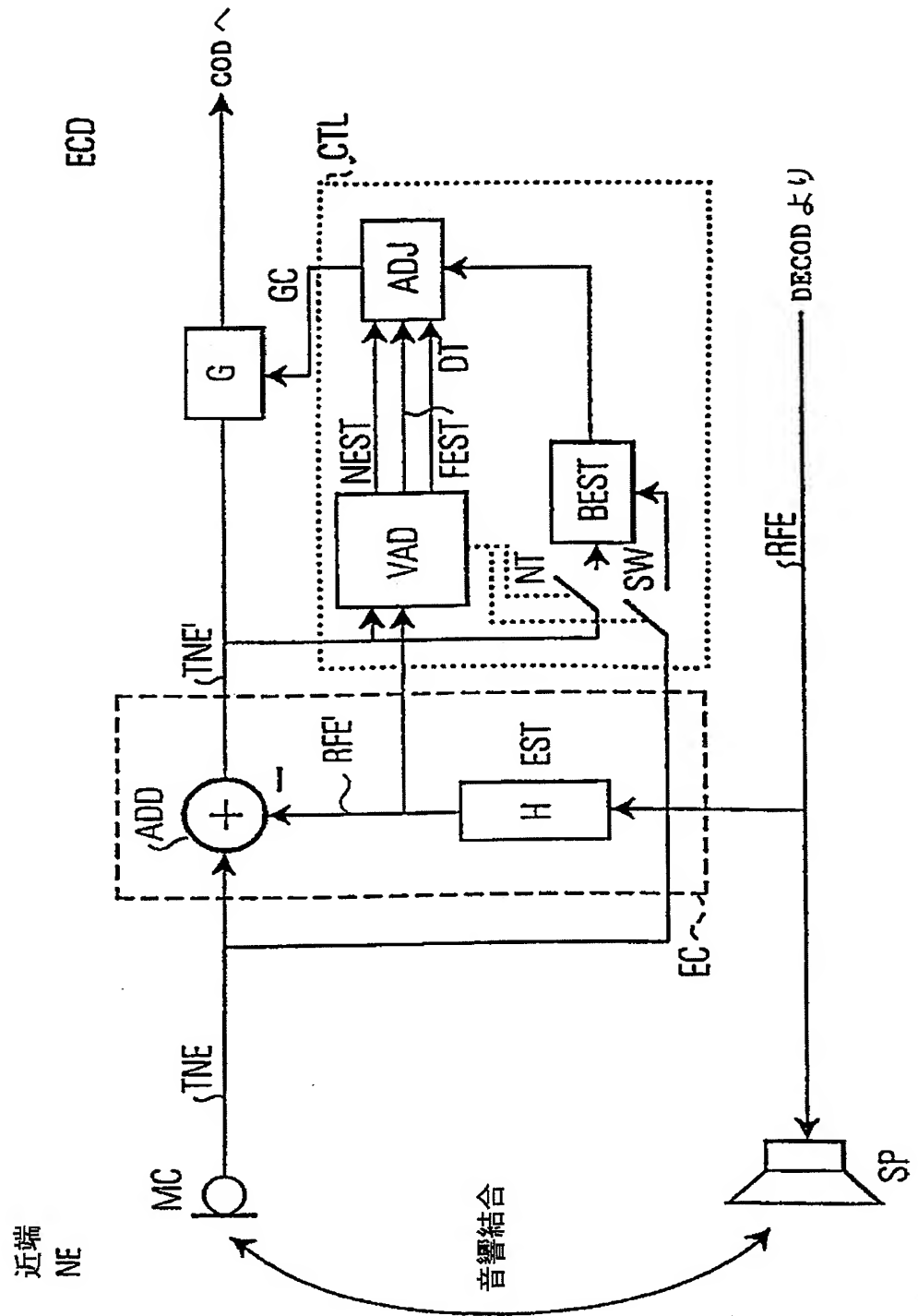


【図5-1】

FIG.5-1  
FIRST EMBODIMENT

【図 5-2】

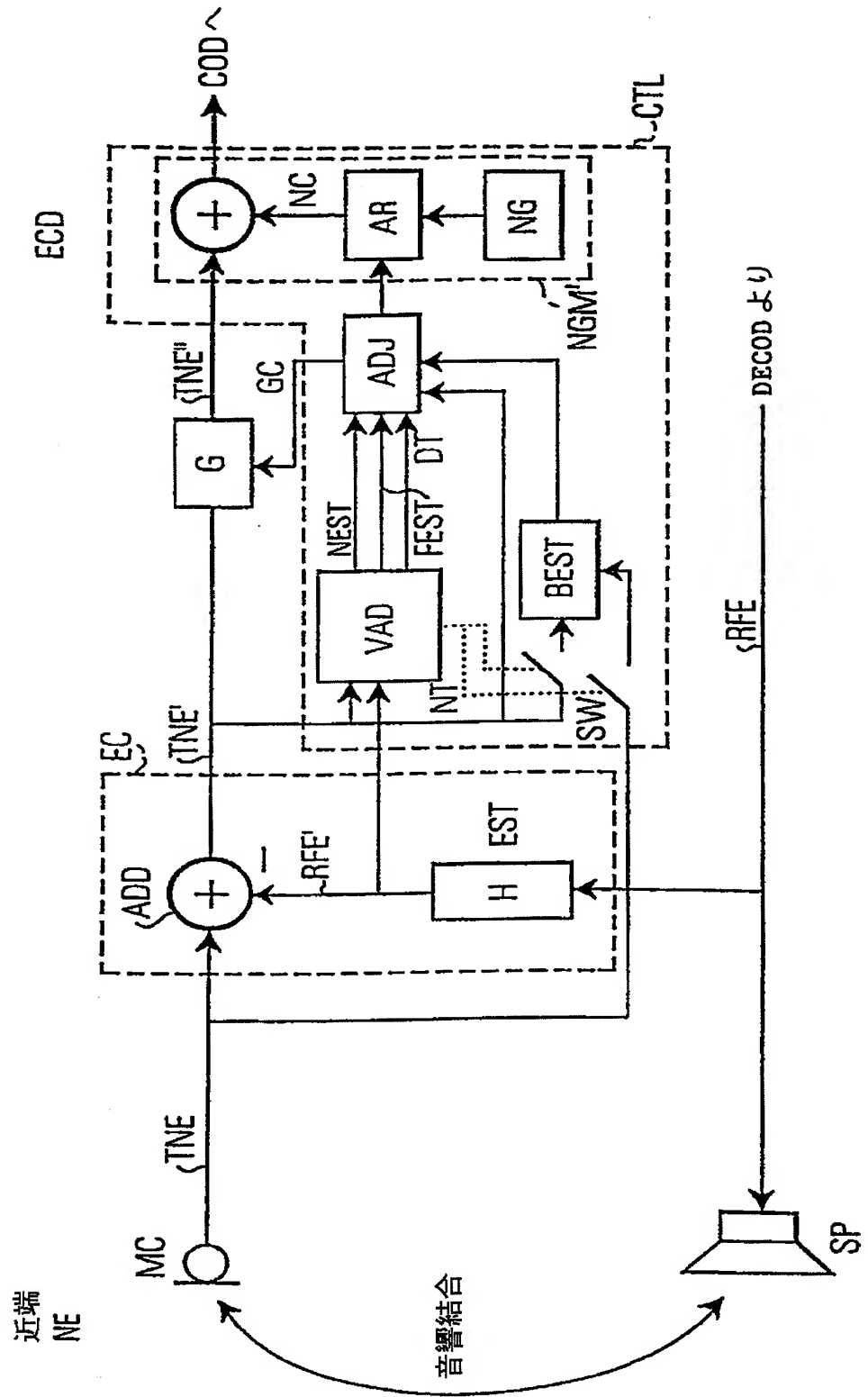
**FIG.5-2**  
SECOND EMBODIMENT



【図5-3】

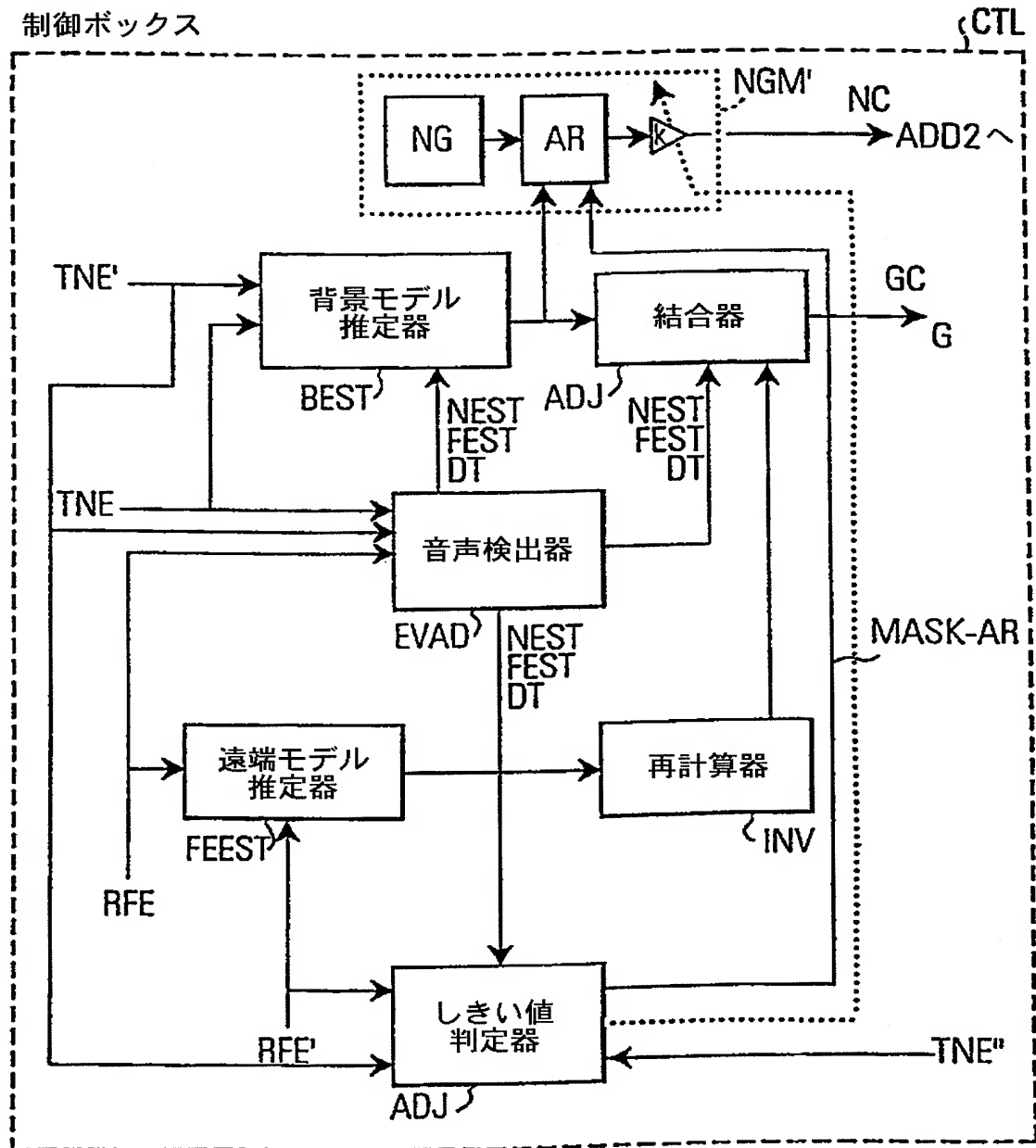
FIG.5-3

THIRD EMBODIMENT



【図6】

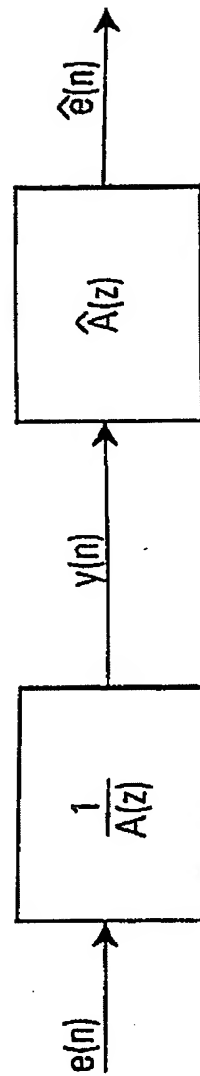
FIG.6





【图 7】

FIG. 7



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP 00/07321

IPC 7 H04M9/08 H04B3/21

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Minimum documentation searched  
TPC 7 H04M H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X  Y A	WO 97 45995 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 4 December 1997 (1997-12-04) page 1, line 10 - line 23 page 2, line 7 - line 11 page 3, line 30 -page 4, line 28; figure 1 page 6, line 21 - line 24 ---	1-4,7,9, 25  10,26 14,19
X  A	DE 197 29 521 A (DEUTSCHE TELEKOM AG) 21 January 1999 (1999-01-21) page 2, line 26 - line 30; figure  page 2, line 40 -page 3, line 28 page 4, line 24 -page 5, line 26 ---	1  4,7,11, 14,19
	--- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

- \* "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \* "E" earlier document but published on or after the international filing date
- \* "I" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or other special reason (see specified)
- \* "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \* "P" document published prior to the international filing date but earlier than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "Z" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 August 2001

Date of mailing of the international search report

24 SEP 2001

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer \_\_\_\_\_

**Bossen, M**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Int. Application No.  
PCT/EP 00/07321

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 561 668 A (GENTER ROLAND E) 1 October 1996 (1996-10-01)	1,2,4
A	abstract column 2, line 33 - line 64 column 3, line 45 - column 4, line 44; figure 1	13
Y	FR 2 675 648 A (FRANCE TELECOM ;PRESCOM SARL (FR)) 23 October 1992 (1992-10-23) page 5, line 31 -page 6, line 14; figure 2A	10
Y	EP 0 712 213 A (MOTOROLA INC) 15 May 1996 (1996-05-15) column 14, line 3 - line 15; figures 4,6	26
A	WO 98 33311 A (MOTOROLA INC) 30 July 1998 (1998-07-30) page 2, line 7 - line 13	14
A	WO 99 35813 A (ERICSSON GE MOBILE INC) 15 July 1999 (1999-07-15) abstract page 6, line 4 - line 18 page 10, line 11 -page 12, line 2; figure 2A	19
A	US 5 157 653 A (GENTER ROLAND E) 20 October 1992 (1992-10-20) column 1, line 20 - line 26 column 3, line 7 - line 13 column 4, line 13 - line 23 column 6, line 22 - line 30	19

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/EP 00/07321**Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)**

This International Search Report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the International Application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful International Search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see additional sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers all searchable claims.
  
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this International Search Report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this International Search Report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

**Remark on Protest**

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

## FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

This International Searching Authority found multiple (groups of) inventions in this international application, as follows:

1. Claims: 1-13, 25, 26

Acoustical echo canceller having a residual echo filter adapted to remove spectral characteristics relating to the reception signal

2. Claims: 14-18

Acoustical echo canceller having a residual echo filter adapted to amplify the spectral content of the background signal in the transmission signal

3. Claims: 19-24

Acoustical echo canceller having a residual echo filter and a noise generation means to add noise in the filter output in a spectral region relating to the reception signal for masking the residual echo

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 00/07321

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9745995 A	04-12-1997	BR 9702254 A CN 1198283 A EP 0843934 A JP 11510673 T	17-02-1999 04-11-1998 27-05-1998 14-09-1999
DE 19729521 A	21-01-1999	NONE	
US 5561668 A	01-10-1996	AU 697941 B AU 6451596 A AU 702796 B AU 8301898 A CA 2226083 A CN 1194068 A EP 0872028 A JP 2000502520 T WO 9702664 A US 5721730 A	22-10-1998 05-02-1997 04-03-1999 22-10-1998 23-01-1997 23-09-1998 21-10-1998 29-02-2000 23-01-1997 24-02-1998
FR 2675648 A	23-10-1992	WO 9219048 A	29-10-1992
EP 0712213 A	15-05-1996	US 5621800 A JP 8251040 A	15-04-1997 27-09-1996
WO 9833311 A	30-07-1998	BR 9709148 A CA 2247429 A CN 1214171 A EP 0895688 A JP 2000507432 T	03-08-1999 30-07-1998 14-04-1999 10-02-1999 13-06-2000
WO 9935813 A	15-07-1999	US 6163608 A AU 1998099 A BR 9813789 A CN 1286862 T EP 1046273 A NO 20003505 A	19-12-2000 26-07-1999 03-10-2000 07-03-2001 25-10-2000 11-09-2000
US 5157653 A	20-10-1992	AT 166755 T AU 650477 B AU 8435291 A CA 2088684 A,C CA 2139895 A CN 1059628 A DE 69129497 D DE 69129497 T DK 542882 T EP 0542882 A ES 2117644 T HU 63279 A IL 98963 A IL 111106 A MX 9100478 A WO 9202994 A US 5283784 A	15-06-1998 23-06-1994 02-03-1992 04-02-1992 04-02-1992 18-03-1992 02-07-1998 05-11-1998 22-03-1999 26-05-1993 16-08-1998 28-07-1993 24-01-1995 31-10-1995 10-08-1992 20-02-1992 01-02-1994

フロントページの続き

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AP(GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW

(72) 発明者 フィリップソン, ヨーン  
スウェーデン国 マルメ エス-211 45,  
ダヴィドハルスガタン 26

Fターム(参考) 5K027 BB03 DD10 DD18 HH03  
5K046 BB01 HH11 HH42 HH45 HH79

【要約の続き】

ラ(EC)のバイパスを必要としない改善された残留エコーキャンセルを提供することができる。